



# **Pull System nas Linhas de Injeção**

*Miguel de Campos Madeira Massa*

## **Dissertação de Mestrado**

Orientador na FEUP: Prof. Hermenegildo Manuel Cristina Pereira



**FEUP**

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto**  
**Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica**

2014-02-04

*Podes estar longe, mas nunca me esqueci de ti. Para ti, Mariana*

## **Resumo**

O presente documento foi realizado no âmbito da disciplina de Dissertação, pertencente ao Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

O projeto apresentado foi realizado numa fábrica do setor automóvel, e surgiu como uma necessidade da mesma em reduzir o número de atrasos de uma linha de produção de apoios de cabeça de automóveis para com o seu cliente final: o Departamento Logístico da fábrica.

A indústria automóvel é, a par da indústria aeronáutica, aquela cujos desafios ao nível da Gestão de Produção se revelam mais ambiciosos. É uma indústria em constante evolução, que trabalha com margens de lucro reduzidas e na qual falhas podem ter um elevado custo no que toca à sobrevivência de uma empresa. Para conseguir manter a sua rede de negócios, uma empresa deste ramo trabalha diariamente a sua melhoria e adaptação a um Mercado que se revela cada vez mais flexível.

Na linha A, onde foi desenvolvido este projeto, os operadores são frequentemente confrontados com imperativos de horas extra, prolongando os períodos dos turnos, justificados pelos pedidos externos e pela produção diária da linha estar em atraso em cerca de 30% (300.000MPM).

Com base na implementação de metodologias *Pull System*, pretende-se uma otimização do funcionamento da linha, sem que haja um aumento dos recursos disponíveis e reduzir os atrasos para valores máximos de 5% da produção diária (50.000MPM).

Na análise dos problemas e definição das soluções, procurou-se a envolvimento dos operadores na identificação dos tipos de desperdício visíveis na linha e sugestões para a resolução dos mesmos. Com as suas informações relevantes foram criados sistemas que, ao longo do projeto, fossem facilitadores da comunicação entre as várias secções da linha, foram otimizados processos, e diminuído o tempo perdido em transportes e deslocações. As alterações: mudanças de layouts, redimensionamento de *racks*, reequilibragem de linhas, normalização de tarefas e alterações ao nível da programação *Heijunka* são alguns dos exemplos relatados ao longo deste documento.

Nunca esquecendo a segurança de quem trabalha na fábrica, foram também testadas implementações que permitissem diminuir o número de postos de risco na fábrica, como é exemplo a mudança de molde na injeção, que passou a ser feita através de um carro concebido para o efeito.

A linha ganhou flexibilidade, ao mesmo tempo que foram libertos recursos passíveis de ser empregues em novos projetos e os encargos mensais da fábrica foram reduzidos. Os resultados obtidos permitiram provar que há sempre formas de melhorar, e que a procura constante pela eliminação do desperdício tem um importante papel na melhoria das condições de trabalho e otimização dos processos.



## **Pull System on Injection Lines**

### **Abstract**

This document was created as a Dissertation in Mechanical Engineering, for the Masters degree Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica from Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

The presented project was undertaken on a factory in the automobile industry and spawned from the company's need to reduce the number of delays in an automobile headrest production line to its final customer: the Logistics Department of the factory.

The automobile industry is, as is the aeronautical, one whose production management challenges prove to be most ambitious. It's an industry in constant evolution, working with minute profit margins and in which flaws may have a high cost when concerning a company's survival. To maintain its business network, a company in this industry must improve daily and constantly adapt to an ever-changing market.

On the line A, where this project was developed, operators are frequently required to work overtime, prolonging the shift lengths, in a way to accommodate external requests, caused by 30% (300.000MPM) of the daily production being frequently late.

Based on the implementation of *Pull System* methodologies, an optimization of the line's functioning is performed, without an increase in available resources, and a reduction to a maximum of 5% in daily production delay (50.000MPM).

During the analysis of the problem and research of solutions, the operators' input was sought in identifying the kinds of detectable waste on the line and their suggestions as to how to resolve them. With the relevant information gathered from their input, systems were created that, during the project, could ease communication within the several line sections, processes were optimized and the lost time in transport and relocation was reduced. The modifications: changed *layouts*, redimensioned *racks*, rebalanced lines and changes to the *Heijunka* programming are some of the examples of changes reported.

The factory floor operators' safety was always a concern, as optimizations were made to improve the safety of some of the most risky operations, such as changing the injection mold, which is now performed though a car designed for this purpose.

The line is now more flexible and simultaneously resources were relocated to new projects and the factory's monthly expenses were reduced. The results observed prove that there is always some way to improve, and a constant elimination of waste has an important role in improving working conditions and process optimization.

## **Agradecimentos**

Ao Professor Hermenegildo Pereira, que me orientou neste primeiro contato com o mundo profissional, por toda a ajuda prestada e inteira disponibilidade, na sugestão de ideias e na estruturação do presente projeto.

À equipa com quem interagi durante este projeto, pela abertura a novas ideias e colaboração na discussão e implementação das mesmas.

Ao Eng. André Barbosa, pela orientação, omnipresença, amizade, transmissão de pensamentos, conhecimento e formas de agir nas diversas situações vivenciadas nos últimos quatro meses, que poderão servir de preparação para o meu futuro profissional.

À Eng.<sup>a</sup> Dionisia Soares, por me ter escolhido para integrar uma das fábricas mais *LEAN* do país, e pela chefia que me ajudou a encontrar o rumo na procura constante de soluções para a elaboração do projeto.

À família e amigos, sempre presentes nas horas de lazer externas ao horário de expediente, e a quem pude recorrer na revisão deste trabalho.

## Índice de Conteúdos

1	Introdução.....	1
1.1	Apresentação da Empresa A: .....	1
1.1.1	História.....	1
1.1.2	O Universo A .....	1
1.1.3	A Empresa A em Portugal .....	2
1.1.4	Empresa A Excellence System (EAES).....	3
1.2	Pull System nas Linhas de Injeção .....	4
1.3	Metodologias seguidas no Projeto .....	4
1.4	Organização do Documento.....	4
2	O Estado da Arte .....	6
2.1	Introdução ao Conceito LEAN.....	6
2.2	Princípios e ferramentas do LEAN.....	7
2.2.1	Os 3M's: Mura, Muri, Muda e os Sete tipos de Desperdício .....	7
2.2.2	Standardized Work (SW) .....	9
2.2.3	Just in Time (JIT) .....	10
2.2.4	Fluxo Peça a Peça (one-piece-flow).....	11
2.2.5	Nivelamento Heijunka .....	11
2.2.6	SMED .....	12
2.2.7	Kanban .....	12
2.2.8	Os 5's: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke.....	14
2.3	Ferramentas de suporte ao cálculo .....	15
2.4	Métodos de Resolução do Problema .....	15
2.4.1	Resposta rápida de Melhoria Contínua (QRCI).....	15
2.4.2	Árvore de Causas .....	16
2.4.3	Matriz de Prioridades .....	16
3	Relevância do projeto: Âmbito e área a interencionar .....	17
3.1	Âmbito do Projeto.....	17
3.2	Composição da linha.....	18
3.3	Processo de produção: Fluxo.....	19
4	Diagnóstico da Situação Inicial.....	22
4.1	Ferramentas de análise e recolha de dados .....	22
4.1.1	Seguimento de atrasos .....	22
4.1.2	Criação de um pareto de causas de atrasos .....	23
4.2	Constrangimentos Observados .....	24
5	Intervenções Propostas e Implementação das mesmas .....	29
5.1	Intervenções Urgentes e Importantes .....	30
5.1.1	Seguimento do abastecimento de kits: .....	30
5.1.1.1	Implementação do quadro de abastecimento de kits .....	30
5.1.1.2	Redimensionamento do rack de abastecimento de kits .....	31
5.1.2	Reorganização das células de costura .....	32
5.1.3	Absentismo .....	35
5.1.4	Rack para Stock Intermédio da Injeção.....	36
5.2	Intervenções Importantes mas não Urgentes .....	37

5.2.1 <i>Leveling Board</i> .....	37
5.2.1.1 Mudanças no Lançamento do Quadro .....	37
5.2.1.2 Eliminação do <i>Kanban</i> de atraso da produção .....	38
5.2.2 Reformulação do <i>Layout</i> .....	38
5.3 Intervenções Urgentes mas Não Importantes .....	40
5.3.1 <i>Kanban</i> de Incompletos .....	40
5.3.2 Criação de um sistema de comunicação entre as secções de costura e injeção: .....	41
5.4 Intervenções Não Urgentes e Não Importantes .....	42
5.4.1 Cálculo dos Lançadores da costura .....	42
5.4.2 Carro de Troca de Moldes .....	42
6 Conclusões e propostas futuras .....	44
6.1 Análise de Resultados .....	44
6.2 Propostas futuras .....	45
Referências .....	47
ANEXO A: Pareto de atrasos distribuído e folha de análise .....	48
ANEXO B: Folha de registo dos atrasos .....	52
ANEXO C: Folha de cálculo do <i>rack</i> de abastecimento .....	55
ANEXO D: Ficheiro usado na equilibragem das linhas de costura .....	56
ANEXO E: Guião de Produção do GAP V .....	58
ANEXO F: Matriz de Pensamento Lógico .....	60
ANEXO G: Quick Response Continuous Improvement (QRCI) .....	61

## **Siglas**

BFG – Bertrand Faure Group

DLE – Direct Labour Efficiency

EAES – Empresa A Excellence System

FIFO – First in First Out

GAP – Grupo Autónomo de Produção

GL – Gap Leader

JIT – Just-in-Time

LA - Linha A

MOD – Mão de Obra Disponível

MPM – Medium Parts per Million

NOK – Not OK

PDP – Plano Diário de Produção

PIK – Production Instruction Kanban

SMED – Single Minute Exchange of Die

SW – Standard Work

TPA – Truck Preparation Area

TPS – Toyota Production System

UAP – Unidade Autónoma de Produção

WIP - Work in Progress

WK – Withdrawal Kanban

## Índice de Figuras

Figura 1 - Empresa A no Mundo.....	1
Figura 2 - Percentagens das vendas do Grupo por cliente .....	2
Figura 3 - Alicerces do TPS.....	6
Figura 4 - Os Sete Desperdícios da Produção.....	8
Figura 5 - Fluxo Peça a Peça e Contínuo.....	11
Figura 6 - Exemplo de utilização de <i>kanban</i> .....	13
Figura 7 - Os 5s's .....	14
Figura 8 - Matriz de Prioridades .....	16
Figura 9 - Seguimento de atrasos ao longo de 2013.....	17
Figura 10 - Layout e legenda da Linha A.....	18
Figura 11 - Fluxo de Produção da Linha A.....	19
Figuras 12 e 13 - Células de costura da linha A.....	20
Figuras 14 e 15 - Rack de abastecimento de kits, à esquerda e <i>rack</i> de Montagem de insertos na injeção, à direita .....	20
Figuras 16 e 17 - Secção de Montagem e Injeção .....	20
Figuras 18 e 19 - Secção de Embalagem e Controlo do Produto Final .....	21
Figuras 20 e 21 - Recolha do Produto Final e Leveling Board LA.....	21
Figura 22 - Gráfico de MPM por turno .....	22
Figura 23 - MPM por Projeto .....	23
Figura 24 - Percentagem de atrasos por projeto .....	23
Figura 25 - Gráfico do Pareto de Causas .....	24
Figura 26 - Escalonamento dos constrangimentos observados por causa .....	24
Figura 27 – Os PIKs, na zona superior do lançador, correspondentes a referências sem <i>kits</i> de matéria prima .....	25
Figura 28 - Lançador de uma célula de costura .....	26
Figura 29 - Matriz de prioridades.....	29
Figura 30 - <i>Kanban</i> de abastecimento de <i>kits</i> .....	30
Figura 31 - Quadro de Seguimento de <i>Kits</i> .....	30
Figura 32 - <i>Kanban</i> de atrasos de <i>kits</i> .....	31
Figura 33 – Estrutura redimensionada do <i>Rack</i> de abastecimento de kits à costura.....	32
Figura 34 - Referências de um lançador .....	34
Figura 35 - Novo Fluxo de Produção da Linha A.....	37
Figura 36 - Antigo <i>Layout</i> UAPA.....	39

Figura 37 - Novo <i>Layout</i> UAPA .....	39
Figura 38 - <i>Kanban</i> de Incompletos da Linha A .....	40
Figura 39 - <i>Rack</i> de caixas incompletos .....	40
Figura 40 - <i>Layout</i> do <i>Rack</i> de montagem na Secção de Injeção .....	41
Figura 41 – Bandeiras de Identificação .....	41
Figura 42 - Carro de troca de Moldes .....	43
Figura 43 - Organização da estante de moldes .....	43

## **Índice de Tabelas**

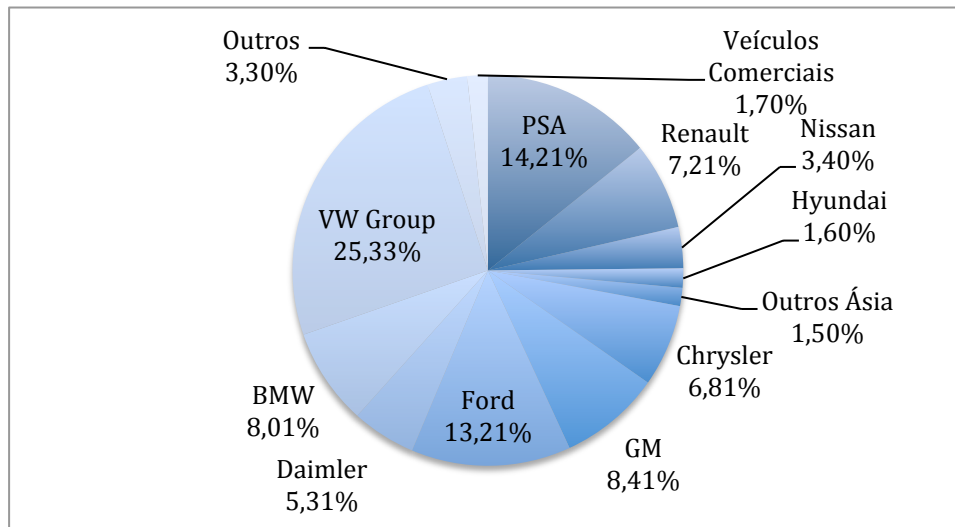
Tabela 1 - Projetos da Linha A da UAPA .....	18
Tabela 2 - Células da Linha A da UAPA.....	19
Tabela 3 - Prioridade de resolução de constrangimentos .....	28
Tabela 4 - Alterações às Caixas de Kits de Abastecimento .....	31
Tabela 5 - Organização das Células de Costura da Linha A.....	32
Tabela 6 - Nova organização das células de costura da Linha A.....	34





Dos principais clientes da Empresa A, destacam-se o Grupo VW, Grupo PSA e Ford, para os quais o Grupo A se centra no desenvolvimento, conceção e fabrico dos seguintes módulos:

- Assentos de automóvel;
- Sistemas de interiores;
- Sistemas de Controlo de emissões;
- Sistemas de exteriores.



**Figura 2 - Percentagens das vendas do Grupo por cliente**

Em todas as suas atividades, a Empresa A assume com todos os seus colaboradores o compromisso do trabalho em segurança. Com os clientes, assume a missão de fornecer os seus produtos com elevada qualidade e em condições de segurança, com preços competitivos e dentro dos prazos estipulados, tentando sempre assegurar um desenvolvimento sustentável no que ao ambiente diz respeito.

### 1.1.3 A Empresa A em Portugal

Nos primórdios da Empresa A em Portugal, em 1962, a “Molaflex”, empresa de colchões, inicia a produção de assentos para automóveis.

Até 1999, a “Molaflex” passou por diversas designações, ano em que passou a designar-se por Empresa A, Lda. Nessa altura o mercado de exportação de assentos de automóvel era há mais de 25 anos (1973 -1999) o grande sustento da Empresa.

Desde então, a Empresa A expandiu-se no nosso país, possuindo atualmente cinco fábricas, cuja localização e área específica de negócio são as seguintes:

- Bragança: Fabrico de sistemas de escape
- S. João da Madeira: Assentos de automóvel
- Vouzela: Capas para assentos de automóvel
- Nelas: Estofagem de assentos
- Palmela: Estofagem de assentos e fabrico de sistemas de interior.

A primeira fábrica da Empresa A em Portugal sita em S. João da Madeira e está dividida em 4 secções:

- Corte e costura
- Espuma
- Estofos
- Metal (localizada em instalações externas à fábrica principal)

O presente projeto é realizado na divisão principal da fábrica em que se concentram os processos de corte e costura, espumas e estofos.

A estrutura contempla cinco Unidades Autónomas de Produção (UAP), sendo uma delas encarregue do fabrico de espumas (UAPEZ), uma outra encarregue do corte das matérias primas (UAPW), e as restantes divididas pelo tipo e especificações de produto final a que dão origem.

Todas estas UAPs se baseiam no mesmo princípio de organização. As funções de suporte são asseguradas por um UAP *Manager* e uma equipa composta por um *Manufacturing Engineer* e um *Quality Engineer* que asseguram a gestão das linhas de produção que lhes pertencem. As linhas de produção operam em dois ou três turnos, dependendo da carga de trabalho e eficiência. Nem todas as UAPs apresentam os mesmos níveis de otimização.

A unidade onde é realizado este projeto é a UAPA, mais concretamente na Linha A. Esta unidade está focalizada na gestão da produção e qualidade em quatro linhas da fábrica: Linhas A, B, D e E. O número de colaboradores empregue na unidade ronda os 80 por turno, sendo que a unidade trabalha em dois turnos.

Os turnos são orientados por supervisores que, além de responsáveis pelos GAP (Grupos Autónomos de Produção), vigiam o cumprimento dos prazos de produção, sendo-lhes assim conferida a possibilidade de reorganizar linhas quando necessário, não colocando em causa a qualidade e segurança do produto.

Os Grupos Autónomos de Produção (GAP's) devem ser constituídos por um máximo de oito pessoas por turno, dispondo cada GAP de um GAP *Leader*, escolhido por ter uma maior capacidade de liderança e orientação, bem como valências para operar em vários postos de trabalho.

#### **1.1.4 Empresa A Excellence System (EAES)**

O EAES é uma ferramenta de melhoria contínua criada pela Empresa A, com base no *Toyota Production System*, que orienta a implementação de uma cultura *LEAN* comum a toda a Empresa. Baseia-se na capacidade de liderança, empenho e formação de todos os colaboradores, boa relação com o cliente e com o fornecedor para garantir excelência e qualidade no seu produto final. No EAES, estão documentadas todas as regras por que se rege a Empresa A a nível global, bem como ficheiros padronizados que servem de base a toda a documentação de apoio da fábrica.

## 1.2 Pull System nas Linhas de Injeção

Na Empresa A existe uma enorme coordenação entre os vários departamentos, num esforço permanente para cumprir os prazos de entrega assumidos com os clientes. No entanto, e apesar de não se verificar uma falha externa há mais de doze meses, constata-se atrasos, diários, na entrega do produto final ao departamento de logística, nomeadamente na linha A da fábrica, escolhida para alvo do projeto, na qual se pretende corrigir ou minimizar este problema.

A linha A é constituída por dois GAP's de costura, um GAP injeção de espumas e um GAP embalagem e controlo final. Por vezes, o GAP de injeção tem falhas no seu *rack* de *stock* intermédio, falhas essas que têm origem no incumprimento do *lead time* pela secção de costura. Outras vezes, é a injeção que falha no *lead time* não entregando o produto final para controlo e posterior embalagem a tempo e horas ao GAP embalagem, o que não permite a esta zona da linha cumprir os respetivos prazos a que se compromete com a logística. Assim sendo, é necessário aprimorar o sistema *Pull* da linha. Essa melhoria será conseguida através de uma reorganização do *layout* da linha, uma reequilibragem dos tempos de produção e das tarefas desempenhadas por posto, bem como uma revisão na forma como são geridos e lançados os *kanban cards*.

## 1.3 Metodologias seguidas no Projeto

Depois de concluída a formação e integração na fábrica e grupo Empresa A, procedeu-se à análise da conjuntura atual, com a envolvimento dos operadores da linha, selecionando ferramentas que ajudassem na triagem dos problemas. Dessas ferramentas, destacam-se um ficheiro Excel onde são registados diariamente todos os atrasos, escalonados por produto e turno, por forma a perceber qual o(s) produto(s) responsáveis por mais atrasos, para que fossem esses os primeiros a ser intervencionados. Foi também distribuída uma outra folha de cálculo pelas Líderes de cada GAP, onde estes registariam todos os atrasos e causas dos mesmos. No final do período de análise, foi realizada uma reunião na qual foram discutidos os constrangimentos observados e definido um plano de ação.

Concluída esta análise, procedeu-se ao estudo e implementação de um conjunto de alterações organizacionais e estruturais, bem como ferramentas de gestão visual com o intuito de melhorar o processo produtivo.

## 1.4 Organização do Documento

O documento elaborado contempla seis capítulos, organizados da seguinte forma:

No primeiro capítulo, “Introdução”, é feita uma apresentação do Grupo Empresa A e da fábrica. É feita também uma breve introdução aos problemas que originaram a proposta de projeto.

Segue-se um segundo capítulo, “O Estado da Arte”, onde é elaborada uma breve nota explicativa de todo o suporte teórico utilizado ao longo deste projeto, baseado nos conceitos *LEAN* adquiridos.

No capítulo terceiro, é feita uma apresentação da estrutura da linha e do fluxo de produção da mesma.

O quarto capítulo apresenta as ferramentas de recolha e análise do problema. No final do mesmo, são identificados os constrangimentos a corrigir no projeto.

No capítulo quinto, “Soluções Propostas”, são apresentadas as alterações implementadas que levaram à resolução dos problemas da linha.

Por último, no capítulo sexto, “Conclusões”, são feitas as alegações finais ao projeto, bem como as orientações para intervenções futuras.

Os “Anexos” surgem para complementar alguma informação apresentada ao longo do texto e que o Mestrando achou por bem justificar.

## 2 O Estado da Arte

“Para ser competitivo, nos dias de hoje, é imperativa a procura constante de formas de melhoria para manter os nossos clientes.” (Klonsinski 2008)

### 2.1 Introdução ao Conceito *LEAN*

*LEAN* é identificado como um método de liderança e gestão que define o desperdício na produção como tudo o que não acrescente valor para o consumidor final, algo que deve ser totalmente eliminado dos processos que realizam valor. (Osorno 2013)

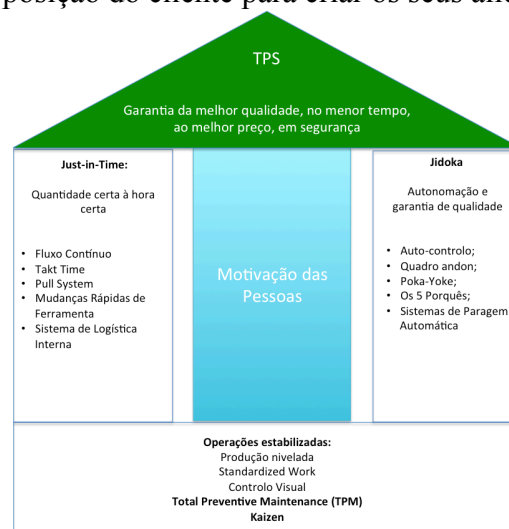
Mais do que um conjunto de metodologias e ferramentas, o *LEAN* é uma forma de pensar, uma estratégia na mudança de paradigmas e mentalidades: é uma filosofia que privilegia a arte do pensar antes de agir. Desde o diretor da fábrica ao operador da linha, a filosofia *LEAN* defende a otimização dos recursos focalizada no valor que deve resultar dos processos, com comunicação e trabalho em equipa, formação e motivação das pessoas no desenvolvimento das suas competências, tornando-as recursos “ativos” para a empresa e não só um custo fixo.

É um conceito que começou a ganhar contornos no Japão a partir de 1945, como necessidade de um país se recompor de uma guerra que praticamente o destruiu. Assim, ficaram conhecidos Eiji Toyoda, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Kaoru Ishikawa, entre muitos outros, que, pouco a pouco, chegaram à conclusão que o cliente é o elo mais importante da cadeia da produção. (Pinto 2009)

“Os valores sociais mudaram. Agora, não podemos vender os nossos produtos a menos que nos coloquemos dentro dos corações dos nossos consumidores, onde cada um tem conceitos e gostos diferentes. Hoje, o mundo industrial foi forçado a dominar o sistema de produção múltiplo em pequenas quantidades” (Ohno 1988)

Os conceitos de produção idealizados por estes senhores deram origem àquele que ainda hoje é reconhecido como o sistema de produção mais fiável do Mundo, aquele que é considerado o pai do *Lean*: *Toyota Production System*.

O *TPS* coloca-se assim na posição do cliente para criar os seus alicerces. São eles:



**Figura 3 - Alicerces do TPS**

Para melhor compreender o conceito *LEAN*, é importante definir sucintamente duas palavras:

**Desperdício:** São todas as atividades que não acrescentam valor ao produto final, conceito a aprofundar ainda neste sub-capítulo.

**Valor:** “O valor é tudo aquilo que justifica a atenção, o tempo e o esforço que dedicamos a algo. Apenas o valor justifica a existência de uma organização ... O valor que as organizações geram destina-se à satisfação simultânea de todas as partes interessadas” (Pinto 2009). Numa frase, Valor é um conceito antónimo de desperdício, tudo aquilo pelo qual o consumidor está disposto a pagar.

É possível agora afirmar que a Filosofia *LEAN* surge do simples conceito de que o consumidor não está disposto a pagar o desperdício e que este é, por isso, algo a eliminar na cadeia produtiva. Para que este conceito funcione numa fábrica, é necessário conhecer a cadeia de valor (*Value Stream*), e para isso é necessária a envolvimento de todos os colaboradores na eliminação do desperdício, bem como uma relação próxima com os elementos que antecedem ou sucedem ao processo produtivo (fornecedores e clientes). (Osorno 2013)

Familiarizado com as ideias básicas deste conceito, é também importante o uso e conhecimento de várias ferramentas que ajudam na implementação e manutenção de uma cultura *LEAN* para que a eliminação do desperdício e a melhoria contínua sejam consistentes, nunca pondo em causa a qualidade do produto final. Algumas dessas ferramentas serão apresentadas ao longo deste capítulo.

## 2.2 Princípios e ferramentas do *LEAN*

### 2.2.1 Os 3M's: Mura, Muri, Muda e os Sete tipos de Desperdício

Uma fábrica/empresa é sustentável quando aposta na melhoria contínua dos seus produtos, serviços e processos, realizados e geridos por pessoas com uma mentalidade isenta de ideias fixas, sempre disponíveis a criar uma forma que melhor resolva os problemas do quotidiano no chão da fábrica (*gemba kaizen*). Essa constante evolução luta por um objetivo comum em que a carga e a capacidade se igualam, produzindo com os recursos disponíveis a quantidade certa do produto/serviço dentro do prazo estabelecido. Sendo que cumprir este pressuposto a 100% é apenas uma hipótese teórica, existe sempre desperdício inerente ao processo que resulta em perda para a empresa. (Pinto 2009)

Os criadores do *TPS* resumiram estas perdas em três vocábulos. São eles: *Mura*, *Muri* e *Muda*.

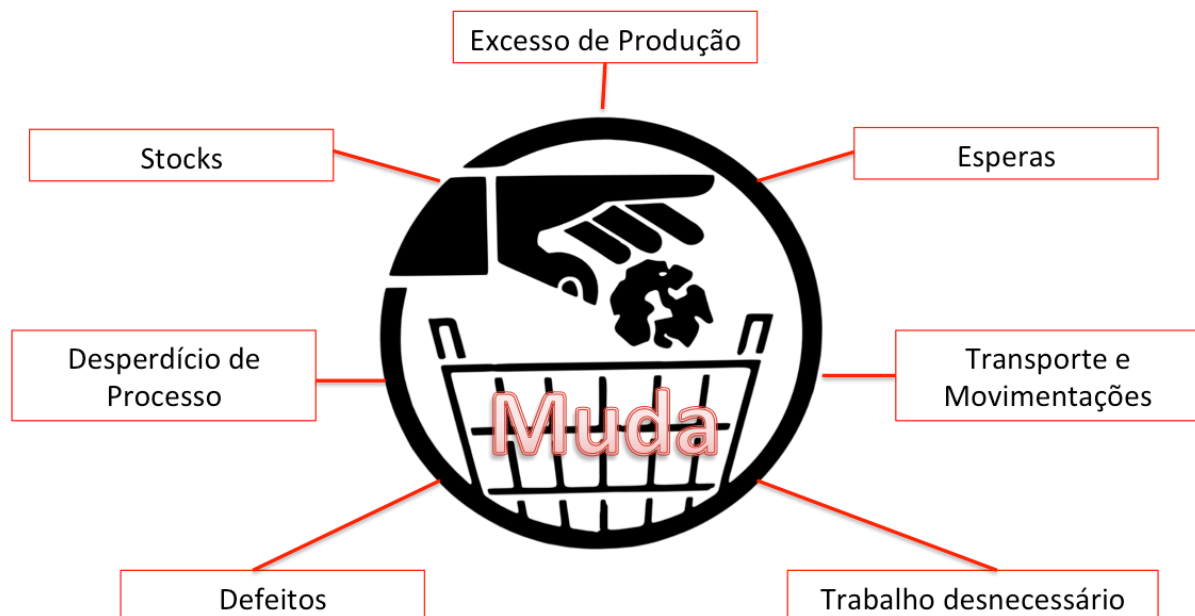
**Mura:** irregularidades do produto ou do processo produtivo, que se manifestam aleatoriamente nas características significativas e atributos do produto ou serviço. A variabilidade quando excede os limites estabelecidos com o cliente provoca defeitos no material, traduzidos em atrasos ou insatisfação do cliente. Está relacionado com variações constantes dos fatores dos processos, alterando as condições de controlo pelos operadores, e originando *stock* em curso de produção (*WIP*). A nivelação da procura, monitorização dos processos, com métodos de autocontrolo pelos operadores, autonomação nos equipamentos e ferramentas anti-erro, complementados pela vigilância de cartas de controlo revela-se a solução para este tipo de situações.

**Muri:** excesso ou insuficiência, sobrecarga e elevado esforço físico, que ocorrem em processos não controlados. Uma boa organização fabril, garantindo a existência de procedimentos em que todos se regem pelo mesmo método e ordem de produção torna os processos mais fáceis de gerir, de controlar e permite também prever variâncias que possam ocorrer. O modo de trabalhar de forma uniformizada é designado por *Standard Work*.

**Muda:** é na maior parte dos casos causado pelos dois M's anteriores. Nos processos para além das atividades que realizam valor podem existir as que geram desperdício. *Muda* refere-se às últimas. São os constrangimentos e movimentos que não acrescentam valor ao produto e que representam tudo o que o cliente não está disposto a pagar.

### Os sete tipos de Desperdício:

Taiichi Ohno e Shigeo Shingo identificaram, durante o desenvolvimento do *TPS*, sete tipos de desperdício, responsáveis por cerca 65% do *muda*. Os restantes 35% são consideradas atividades que não acrescentam valor ao produto, mas necessárias, tais como: mudanças de ferramenta, inspeção de matéria prima, entre outros. É nos primeiros 65% que se pode trabalhar visando a otimização do processo (Pinto 2009). São eles:



**Figura 4 - Os Sete Desperdícios da Produção**

**O excesso de Produção:** A sobreprodução é um tipo de desperdício que contrasta com os ideais do *LEAN*, que defendem a produção do que é necessário e apenas depois de pedido. Este é considerado o tipo mais grave dos sete. Produzir o que não é necessário gera um aumento de stocks, que limita a empresa em termos de espaço, fundo de manuseio, promove a compra e consumo, antecipados, de matérias primas e ocupa recursos (máquinas, tempo e pessoas) que deviam ser utilizados para produzir o necessário. A produção em grandes lotes, o tempo gasto em *setup(s)*, o paradigma de compensar a ocorrência de defeitos através do aumento de *stocks* e a antecipação da produção são algumas das causas deste tipo de desperdício. Uma filosofia *LEAN* defende o balanceamento dos postos de trabalho e da produção (*Heijunka*), a uniformização do trabalho, o fluxo contínuo (*one-piece-flow*) e a mudança rápida de ferramentas (*SMED*) como formas de combater ou minimizar este tipo de desperdício.



**Espera:** tipo de desperdício associado a tempo de paragem do produto em transformação por quebra do fluxo produtivo com diversas causas. Mais uma vez, o nivelamento da produção (*Heijunka*), uma boa organização do *layout*, o balanceamento dos processos, a implementação de (*SMED*) são formas de eliminar ou minimizar a espera.

**Transporte e Movimentações:** é um tipo de desperdício, por vezes incontornável, mas que pode ser minimizado através da correção e reorganização do *layout* fabril, existência de sistemas de transporte otimizados (ex: comboio logístico), produção *pull*, entre outros. Por transporte e movimentações, entende-se como qualquer transferência de material de um local para outro. É desperdício que muitas vezes origina peças NOK e que atrasa o tempo de fabrico, quando os diferentes postos de produção estão demasiado distanciados.

**Stock:** Presente como produto final, produto intermédio, ou mesmo como matéria prima. É um desperdício que, num sistema *Pull* a funcionar na perfeição, não deveria existir ou, a existir, deve ser apenas para compensar eventuais paragens forçadas. Representa custos, espaço e entraves ao bom funcionamento de uma empresa/unidade fabril. A filosofia *LEAN* diz-nos que não devemos aceitar a existência de *stock* como sendo normal e que devemos lutar contra a sua existência, pois não introduz valor (Imai 1997). Implementando o sistema *Pull*, o nivelamento de produção deve absorver as oscilações de procura, a mudança de ferramentas deve ser rápida e o controlo das operações deve ser bem feito por forma a reduzir o número de peças com defeitos, minimizando a necessidade de existirem *stocks*.

**Desperdício de Processo:** operações e processos desnecessários no fabrico da peça. É um desperdício associado a custos e tempos, não orçamentados, na utilização de recursos não previstos. Para evitar este desperdício é fundamental a seleção e validação dos processos.

**Defeitos:** peças não conformes, que poderão ser ou não retrabalhadas. Quando não detetadas, as peças defeituosas são enviadas aos clientes, originando reclamações que podem conduzir à perda de contratos de produção, prejudicando a fábrica. Havendo uma elevada taxa de defeitos, aumentam custos com inspeções, bem como os níveis de stocks para absorver estas flutuações. Implementando *Standard Work*, controlo dos processos, com dispositivos de deteção de erros, autocontrolo, produção em fluxo e minimizando as movimentações é possível diminuir este desperdício.

**Trabalho desnecessário:** movimentos desnecessários na execução de operações. Ocorrem com mais frequência quando há uma operação isolada, quando as pessoas trabalham sem motivação ou não têm competências para determinada operação. A formação contínua dos colaboradores, uniformização das operações de trabalho e balanceamento das linhas de produção permite evitar este tipo desperdício.

Os 3M's enunciam conceitos que merecem atenção ao longo deste projeto e que devem ser aprofundados na fábrica (*gemba*). São exemplo: *standard work*; *autocontrolo*; *one-piece-flow*; *nivelamento da produção Heijunka*; e outros, apresentados de seguida.

### 2.2.2 Standardized Work (SW)

“Eu prefiro que todos vocês façam mal esta operação mas de forma igual, do que ter uns a fazer bem e outros mal”(Pinto 2009). *Standardized Work* significa em Português normalizar tarefas do processo, ou seja, independentemente do utilizador ou operador, proceder sempre da mesma forma, em segurança, com base numa informação documentada: a norma ou *standard* de trabalho. Implementando o *Standardized Work*, é possível ter um melhor controlo sobre resultados, custos e eficiências. Com ações de formação e treino, as pessoas atingem

níveis de eficiência máximos e semelhantes entre os turnos, havendo continuamente uma melhoria gradual e uniforme para todos em termos de tempo e qualidade. Com isto, é possível acabar com desvios e minimizar defeitos de produção resultantes de um mau manuseamento da peça ou da máquina em que o operador se encontra a trabalhar (Ortiz 2010). Em todas as fábricas, cabe à engenharia dos processos, em conjunto com supervisores de linha ou colaboradores que estejam no terreno, documentar, o mais simplificado e visual possível, toda a informação do processo uniformizado.

### 2.2.3 Just in Time (JIT)

No mercado global a competitividade é enorme e as empresas trabalham cada vez mais com um nível de exigência crescente, por parte do cliente, e margens de lucro cada vez menores, por isso é imperativo abandonar as ideias de outrora, quando se produzia numa lógica *make-to-stock*, ou *just-in-case*, sendo o cliente obrigado a adaptar-se à oferta existente. (Pinto 2009)

A solução é adotar um sistema mais flexível e com boa capacidade de resposta a pedidos específicos de clientes, implementando a produção *make-to-order*, ou *Just-in-Time*, em que o fornecedor consegue satisfazer as necessidades do cliente com produtos de qualidade, baixo custo e rapidez. Assim, os produtos são fabricados apenas quando pedidos e são vendidos logo que processados, não havendo necessidade de armazenamento de stocks, ao mesmo tempo que é eliminado o desperdício de sobreprodução.

Produzindo *Just-in-Time*, é necessário que os processos de produção sejam simples, uniformizados e interligados por um fluxo *Pull*: (Pinto 2009)

- O produto deve ser pensado desde o momento em que se inicia o seu design, aliando a simplicidade de execução e manutenção à segurança em termos de manuseamento e utilização do mesmo;
- O *layout* deve ser elaborado por células por forma a garantir uma maior flexibilidade e interação entre os colaboradores;
- O controlo deve privilegiar a gestão visual em detrimento de instruções de texto, facilitando a perceção das falhas que possam surgir ao longo do processo. São exemplos dessa aplicação o uso de quadros *Andon*, sistemas luminosos, entre outros;
- Sabendo que os tempos de *setup*, embora necessários, são também considerados um desperdício, deve haver um esforço no sentido de os reduzir ao mínimo, diminuindo assim custos derivados de tempo mal empregue na peça;
- A relação entre os vários elos da cadeia de produção deve ser privilegiada e de longo prazo, sendo que os clientes e fornecedores devem estar envolvidos em todo o processo. As filosofias *LEAN* defendem que um sistema em que todos ganham contribui para uma melhoria contínua e para relações de longevidade;
- A implementação de *TPM (Total Productive Maintenance)* prevê uma manutenção preventiva em detrimento de uma manutenção corretiva. Com esta implementação, é possível eliminar grandes paragens em linhas de produção resultantes de avarias, prevenindo-as;
- Por último, o controlo de qualidade deve ser rigoroso, passando pela implementação de sistemas à prova de erro (*poka-yoke*). O incentivo a “fazer bem à primeira” associado ao autocontrolo ao longo dos processos, pode dispensar inspeção final, poupando tempo e recursos à fábrica.

A lógica de produção *JIT* gera um sistema de produção *Pull*, em detrimento do sistema *Push*. Para um bom funcionamento do sistema *Pull*, é considerado recomendável o fluxo peça a peça, o nivelamento da produção (*Heijunka*), bem como um sistema de *kanban* para o controlo do fluxo das operações de fabrico, de juzante a montante.

#### 2.2.4 Fluxo Peça a Peça (*one-piece-flow*)

Neste documento, temos exposto diversos tipos de desperdício identificados pelo *LEAN*, sendo um deles o *stock*. No *Gemba*, o *stock* pode surgir na forma de produto final e/ou de produto intermédio (*Work in Progress*). Quando este último se verifica, é fácil para nós concluir que está a haver uma acumulação de material numa qualquer zona da cadeia de produção e que os princípios *LEAN* não estão a ser respeitados. Toyota e Ohno, dois dos criadores do TPS, aperceberam-se numa visita aos Estados Unidos da América, que este ajuntamento no (*WIP*), resultante da produção em grandes lotes, representa custos, maiores *lead times*, bem como desrespeito pelas ordens de produção, o que pode gerar atrasos (Pinto 2009). Consciencializados de tal situação, estabeleceram na Toyota Motors Company regras de produção peça a peça, em que a primeira peça a entrar na linha de produção é a primeira a sair, respeitando sempre a ordem de produção (FIFO - *First in First Out*) e segundo um fluxo contínuo. Com este fluxo de produção em lotes unitários conseguiram reduzir as quantidades de produto que constantemente fluíam pela fábrica, aumentaram a flexibilidade e a capacidade de resposta rápida a um pedido de cliente, reduzindo tempos de produção e custos.

É ainda de referir a facilidade com que, utilizando este sistema, se detetam erros numa peça, sendo assim possível parar o fluxo de produção logo que se deteta um defeito, descobrir a causa e tomar as devidas ações para que esse mesmo defeito não surja nas peças que se seguem, algo que numa produção em grandes lotes não seria viável.

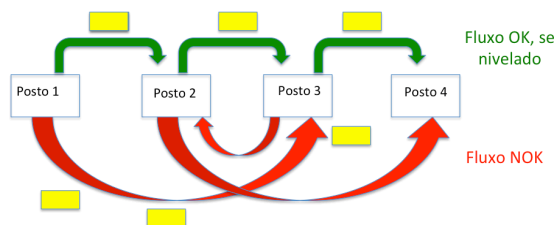


Figura 5 - Fluxo Peça a Peça e Contínuo

#### 2.2.5 Nivelamento *Heijunka*

Tendo três produtos, A, B e C: para satisfazer a procura diária, e assim cumprir o plano diário de produção, uma fábrica tem de produzir 1000 unidades de A, 500 unidades de B e 500 unidades de C. Sabendo que o mercado não absorve as 1000 unidades do produto A e só depois as restantes, não é lógico programar a produção de forma seguida, mas sim de forma alternada, ou seja, tentando acompanhar a procura do mercado produzindo em lotes pequenos x unidades de A, y unidades de B e z unidades de C num ciclo repetitivo de curta duração ao longo do dia em detrimento da produção em grandes lotes: 1000 unidades de A, seguidas de 500 unidades de B ou C. (Pinto 2009)

O planeamento de produção nivelada é designado por *Heijunka*. Aliado à condição do fluxo de produção peça a peça, permite uma produção diária regular, não havendo grandes flutuações de um dia para o outro, realizando o stock mínimo para cumprir os prazos de entrega de todos os produtos e conseguindo a adaptação à produção constante de produtos diferentes, torna-se mais fácil para uma empresa evitar prejuízos resultantes de uma mudança repentina das intenções do mercado, algo que poderia levar a empresa a acumular elevadas quantidades de stock que eventualmente se tornaria obsoleto com o decorrer do tempo. Para os operadores, o nivelamento da produção torna o seu trabalho diário menos repetitivo, servindo de motivação extra para produzir com qualidade e cumprir objetivos. (Jones 2006)

**Quadro *Heijunka*:** no sistema de planeamento sequenciado de produção surge a necessidade de criar um quadro de nivelamento onde são colocados os *kanban* de produção e de entrega (conceito explicado ainda no decorrer deste capítulo). Este quadro, gerido na maioria dos casos pelo departamento logístico da fábrica, está dividido por forma a contemplar todas as referências de uma dada linha de produção divididas por intervalos de tempo definidos. Assim, o operador logístico responsável pelo quadro em questão, depois de organizar o quadro segundo o PDP (Plano Diário de Produção), limita-se a respeitar os intervalos de lançamento de ordens de produção, lançar ordenadamente os *kanban* na linha de produção e recolhê-los passado um intervalo de tempo estipulado, já acompanhados do produto final. É importante que esta operação seja realizada com alguma disciplina, por forma a que não sejam lançadas ordens de produção desnecessárias e que atrapalhem o normal cumprimento da produção das referências que são realmente necessárias para satisfazer a procura. (Pinto 2009)

### 2.2.6 SMED

Surge no entanto como desvantagem do nivelamento *Heijunka* o facto de haver muitos mais *setup(s)*, como consequência das frequentes mudanças de referências em produção ao longo do dia. Deve entender-se que um *setup* de produção contempla um conjunto de tarefas que não acrescentam valor mas que são necessárias para a adaptação dos recursos dos processos de realização a uma nova ordem de fabrico (Ortiz 2010). Com *setups* demorados, a implementação de um nivelamento *Heijunka* tornar-se-ia totalmente inviável. Assim, é evidente a necessidade de redução dos tempos de *setup* de um posto ou célula de produção, para que se possa realizar um *mix* de produção planeado.

*SMED* é um método *LEAN* para redução dos tempos de *setup*. Por *SMED*, entende-se *Single Minute Exchange of Die*, ou seja, mudança rápida de ferramenta. O método desenvolvido por Shigeo Shingo, visa reduzir drasticamente os tempos de *setup*, aumentando a flexibilidade do processo produtivo e permitindo a existência da Programação Nivelada, acima referida, uma vez que com isto se consegue uma redução do tamanho dos lotes. (Pinto 2009)

### 2.2.7 Kanban

Criado pelo *TPS* na década de 50, o sistema de controlo *kanban* é a base do sistema *Pull*.

É uma ferramenta de informação e gestão visual que, aliando a simplicidade à sua fácil aplicação prática, associa as ordens de produção aos processos de realização a utilizar de acordo com a programação nivelada (*Heijunka*). Este sistema, obrigatório numa lógica de produção *JIT*, coloca toda a sua alma no *output* e não no *input*, funcionando sempre das estações finais para as estações iniciais, ou seja: utilizando o cartão *kanban*, a estação final só

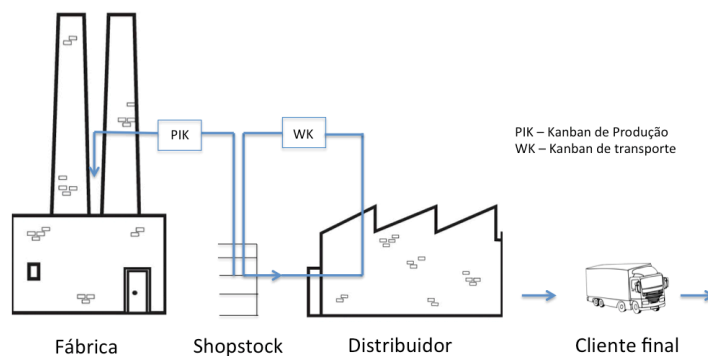
autoriza a produção às estações precedentes quando necessita de novas peças. Com isto, é possível eliminar stocks entre processos e excessos de produção, reduzindo o *WIP*. (Osorno 2013)

### Tipos de *Kanban*:

Os dois tipos de *kanban* mais frequentes são os *kanban* de produção e os *kanban* de transporte ou entrega.

O *kanban* de produção autoriza a produção e circula ao longo da linha de produção, partindo do quadro *Heijunka* para o início da linha e regressando ao quadro *Heijunka* acompanhado do produto final. Só na presença deste tipo de *kanban* é possível produzir.

O *kanban* de transporte ou entrega assegura todas as movimentações de material de um ponto para outro. Por exemplo, considerando uma caixa com as peças produzidas à saída da zona de embalagem, esta caixa só pode ser movimentada para a zona de armazém quando substituído o *kanban* de produção pelo *kanban* de transporte.



**Figura 6 - Exemplo de utilização de *kanban***

Além destes dois tipos de *kanban* enunciados acima, podem existir cartões *kanban* para as mais diversas aplicações, desde requisitos de matéria prima, cartões de fabrico unitário para substituir uma peça de um lote que veio com defeito, *kanban* que sinalizam a produção em atraso, entre outros.

O *kanban* tem algumas regras básicas de implementação e manutenção, para que se torne funcional e eficiente. Entre outras, é importante realçar as seguintes: (Pinto 2009)

- a produção deve ser “puxada” em vez de “empurrada” (sistema *Pull* em detrimento do sistema *Push*);
- cada contentor deve ser identificado apenas com um *kanban* e deve conter a quantidade de componentes indicada no *kanban*;
- o volume de produção de um artigo não deve exceder a quantidade total calculada pelo número de cartões *kanban* emitidos para esse artigo;
- a produção deve ser organizada por células e os tempos de ciclo e *setup* devem ser reduzidos para assegurar a flexibilidade nas mudanças de referência, tornando assim possível uma produção em pequenos lotes;
- a procura e os processos utilizados devem ser estáveis, porque a instabilidade de uma mudança repentina na procura pode desregular todo o ciclo de produção.

São cada vez mais as fábricas a reconhecer as vantagens da implementação de um sistema de produção *JIT*, bem como o método *kanban* no controlo da produção. Existem contudo tipos

de produto ou processos de fabrico que não suportam um sistema *kanban*. (Thun, Druke, and Grubner 2010)

### 2.2.8 Os 5's: *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*

Estas cinco palavras de origem nipónica resumem as práticas de organização que devem existir no *Gemba* para que estejam reunidas as condições ótimas de trabalho. Abordam a redução de desperdício e a melhoria contínua numa ótica de limpeza e organização do local de trabalho. Mais detalhadamente em baixo, são explicados cada um dos termos: (Ortiz 2010, Dewi, Setiawan, and Susatyo Nugroho 2013)

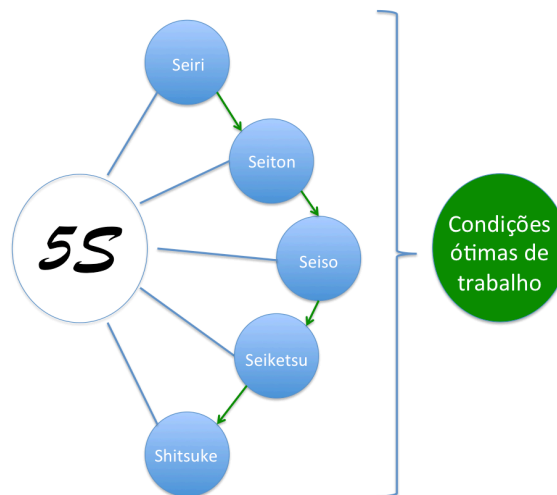
*Seiri* (Selecionar): Processo de identificação daquilo que é necessário com segregação e eliminação daquilo que não é necessário no posto de trabalho.

*Seiton* (Arrumação): Definição de um e um só espaço para cada elemento necessário no posto de trabalho, ordenando por facilidade de acesso os componentes mais utilizados.

*Seiso* (Limpeza): Criação de regras e normas de limpeza para o local e construção de um pareto de causas de sujidade no posto de trabalho para eliminação das mesmas;

*Seiketsu* (Normalização): Criação de procedimentos simples com ajudas visuais, para o operador de posto , que facilitem a manutenção do espaço organizado, arrumado e limpo;

*Shitsuke* (Disciplina): Autodisciplina e motivação dos operadores para cumprir os 4S's anteriores, assegurando a organização operacional do posto de trabalho e contribuindo para a melhoria contínua.



**Figura 7 - Os 5s's**

## 2.3 Ferramentas de suporte ao cálculo

Ao longo deste projeto, os atrasos são medidos em unidade *MPM* (*Medium Parts per Million*). A fórmula que lhe dá origem nada mais é que o quociente do número de atrasos pelo número de cartas lançadas, multiplicado por 1.000.000.

$$MPM = \frac{\text{Número de cartas em atraso}}{\text{Número total de cartas lançadas}} * 1.000.000$$

Considera-se fulcral a explicação de duas métricas da filosofia *LEAN*, pela qual toda a programação de produção se rege. São elas: *Cycle Time* e *Takt Time*.

O tempo de ciclo (*Cycle Time*) corresponde ao tempo empregue no processamento da operação mais longa da peça e define o tempo decorrido entre a produção de duas peças. O *Takt time* é o cálculo mais importante da cadeia de produção e é definido através da razão entre o tempo disponível para produção e a procura no tempo disponível, ou seja, corresponde ao tempo disponível de produção por peça para que se cumpram os pedidos do cliente. (Osorno 2013)

*Cycle Time* e *Takt Time* são cálculos inteiramente relacionados e têm uma importante influência no cumprimento dos planos de produção. Para que se cumpram os requisitos do cliente, o *cycle time* tem de ser inferior ou igual ao *takt time*. Assim, para que não haja incumprimentos de prazos para com o cliente ou excedente de stock em armazém, é passível de se concluir que a razão entre estes dois valores deve ser aproximadamente 1, por forma a que a produção seja feita ao ritmo certo: “Ser *Lean* não está na rapidez com que se fazem as coisas mas sim em fazê-las ao ritmo certo” (Pinto 2009).

## 2.4 Métodos de Resolução do Problema

### 2.4.1 Resposta rápida de Melhoria Contínua (QRCI)

A procura da resolução dos problemas encontrados segue uma matriz de pensamento lógico (Ver ANEXO F). A matriz formaliza um conjunto de perguntas que ajudam na descrição do problema, na procura das causas e auxiliam na sugestão das ações corretivas possíveis, para uma resposta rápida ao problema.

As respostas são apresentadas num QRCI - Quick Response Continuous Improvement (Ver ANEXO G). Esta ferramenta deve ser utilizada em qualquer departamento, sempre que é detetada uma falha, envolvendo os responsáveis na solução do problema e rege-se pela seguinte ordem de tarefas:

1. Ir ao local do problema, no momento;
2. Olhar para o que está correto e olhar para o que está incorreto. Analisar as diferenças;
3. Colher informação, envolvendo os colaboradores por forma a observar as verdadeiras causas;
4. Resposta rápida ao problema com ações corretivas;

A resolução deve ser explícita e deve seguir uma sequência lógica, perceptível a qualquer pessoa. Na realização de um QRCI deve haver um líder de equipa, capaz de a orientar na busca da solução comum. Neste projeto, o problema eram os atrasos na linha de produção. As

causas foram identificadas e, oralmente ou por escrito, seguiu-se esta lógica para encontrar ações corretivas que quando foram implementadas permitiram atingir resultados positivos.

#### 2.4.2 Árvore de Causas

A árvore de causas permite escalonar o problema através da compilação gráfica das causas em níveis e sub-níveis. Partindo de um pareto de causas a árvore estrutura-as, em níveis e sub-níveis, facilitando uma abordagem transversal na definição das ações e na atribuição de prioridades para a resolução do problema.

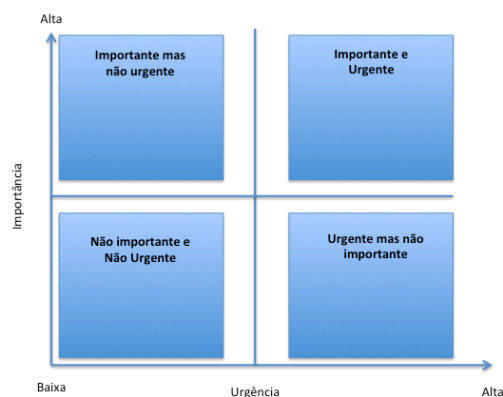
#### 2.4.3 Matriz de Prioridades

Com o conhecimento do problema, é necessário priorizar a resolução das diferentes variabilidades. A matriz de prioridades permite melhor gestão dos recursos na reação aos problemas, estabelecendo prioridades na aplicação das ações definidas, com critérios que classificam as ações em duas dimensões: urgentes(mais ou menos); importantes(mais ou menos) (Turner 2003):

Importantes são as ações cujo resultado facilita a realização do objetivo;

Urgentes são as ações que exigem realização imediata.

Conciliando os dois termos, é possível criar uma matriz de quatro quadrantes, definida da seguinte forma:



**Figura 8 - Matriz de Prioridades**

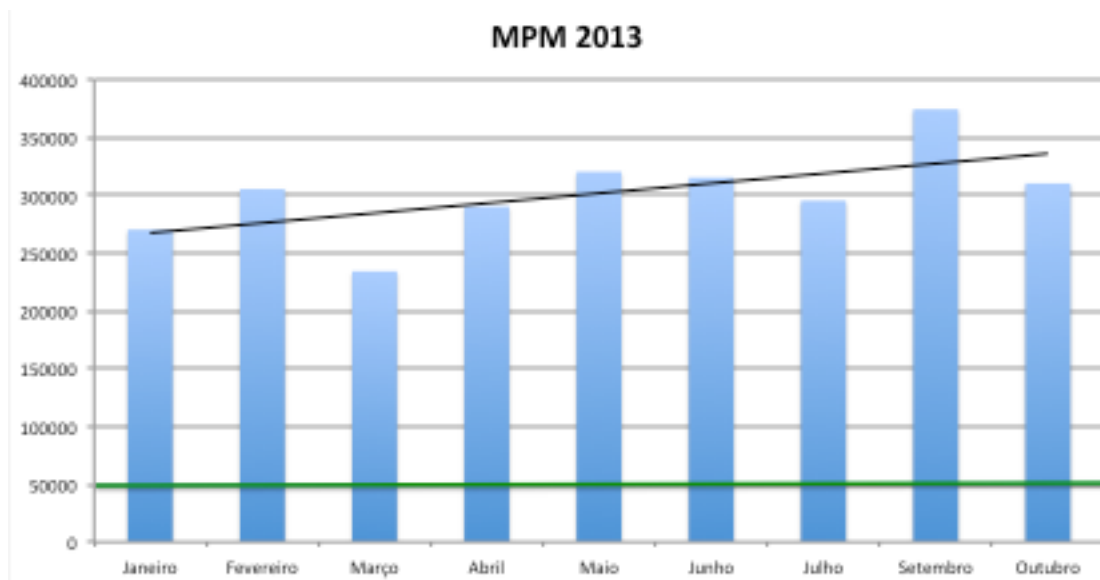
Neste projeto, e uma vez que não é possível fazer a distinção acima apresentada, consideraram-se as ações importantes e urgentes como sendo as que têm uma consequência revelante e imediata na resolução do problema, e as ações não urgentes e não importantes como sendo as que, não sendo relevantes para a resolução do problema, terão um impacto positivo na melhoria da linha. As ações importantes e não urgentes ou urgentes e não importantes situam-se entre estes dois parâmetros e a inclusão de ações nestes dois quadrantes foi definida pela ordem com que foram agendadas as alterações.



### 3 Relevância do projeto: Âmbito e área a intervencionar

#### 3.1 Âmbito do Projeto

Como referido anteriormente, a Empresa A não tem uma falha para com um cliente externo há mais de doze meses. Contudo, surge o presente projeto como resultado de uma necessidade inerente à linha A da UAPA, que se prende com os frequentes atrasos que ocorrem diariamente para com o seu cliente interno: o departamento Logístico. Estes atrasos, maioritariamente compensados durante os turnos normais ou com horas extra, levam a Empresa a sentir necessidade de manter um *stock* de produtos em armazém, denominado na Empresa A por *Pool Stock*. Sendo que *stock* é considerado um desperdício, é do interesse da Empresa que o mesmo seja minimizado, libertando espaço e aumentando o fundo de maneo com a redução de custos diretos. Para o conseguir, é necessário reduzir este volume de falhas.



**Figura 9 - Seguimento de atrasos ao longo de 2013**

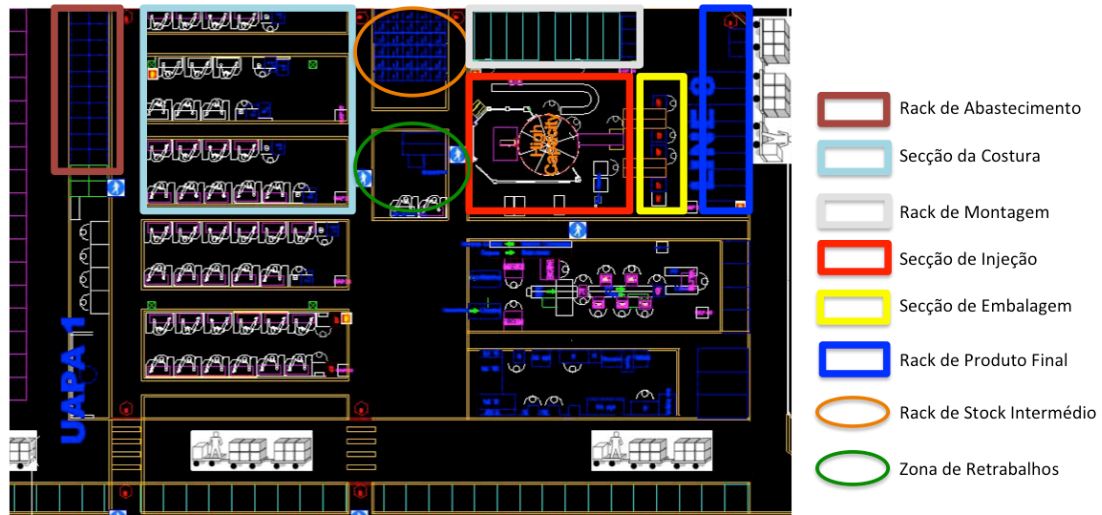
No gráfico acima, são apresentados os atrasos internos mensais de 2013, medidos em MPM. Neste gráfico, verifica-se um valor médio mensal superior a 250.000 MPM, atingindo com alguma frequência valores de 300.000 MPM. É visível, através da linha a preto, que o número de MPM segue uma tendência crescente.

Pretende-se com este projeto induzir alterações estruturais na linha A que permitam reduzir este valor em cerca de 80%, para uma média mensal de 50.000 MPM (linha a verde). Para o conseguir, é inicialmente feito um estudo profundo das células da linha: costura, injeção e zona de acabamento final, com o intuito de identificar os *bottleneck* da mesma, bem como eventual desperdício que possa existir. Esse desperdício pode ser de tempo, material, organizacional ou laboral.

No presente capítulo, é feita uma apresentação ilustrada da área de desenvolvimento do projeto e do fluxo de produção do produto ao longo da linha.

### 3.2 Composição da linha

A Linha A da fábrica, a que corresponde o *Layout* representado na Figura 10, à semelhança das outras linhas da UAPA, é dividida em três setores: costura, injeção e embalagem. Nela, são fabricados diariamente cerca de 6.400 apoios de cabeça para os seguintes modelos de automóveis, identificados pelos códigos de projeto na Tabela 1:



**Figura 10 - Layout e legenda da Linha A**

Marca e Modelo	Referência Empresa A
Citroen C4 Picasso	B78
Peugeot 301 e Citroen C-Elysee	M3M4
Dacia Dokker	F67
Citroen Berlingo e Peugeot Partner	B9
Citroen C5	X7

**Tabela 1 - Projetos da Linha A da UAPA**

Nestes produtos existem múltiplas referências, que definem o tipo de apoio (frontal, lateral, traseiro), o tipo de material (tecido, couro ou napa), e os clientes finais.

Assim sendo, é de importância relevante a existência de um adequado e rigoroso planeamento de produção, gerando lotes de pequenas dimensões para assegurar flexibilidade à linha de produção. Estes lotes são projetados de acordo com a filosofia *LEAN*: para um lote, há um e um só *kanban*, que é lançado segundo o quadro *Leveling* num lançador específico de uma célula de costura. Este *kanban* acompanha o produto ao longo da linha, até ao momento em que a abandona e é recolhido pelo departamento Logístico, tendo decorrido um intervalo de tempo máximo de 3 horas. Quando o tempo de produção do lote excede as 3 horas, é lançado um outro tipo específico de *kanban*, denominado *kanban* de atraso ou alerta, que transmite à produção a informação de que o lote está em falta.

Na linha A, trabalham cerca de 76 pessoas (38 por turno) para satisfazer a procura de cerca de 6.400 peças/dia, estando presentes por turno 21 pessoas na secção de costura e as restantes nas zonas de montagem, injeção, controlo e embalagem: na Tabela 2 identificam-se todas as células utilizadas na realização dos produtos, por projeto:

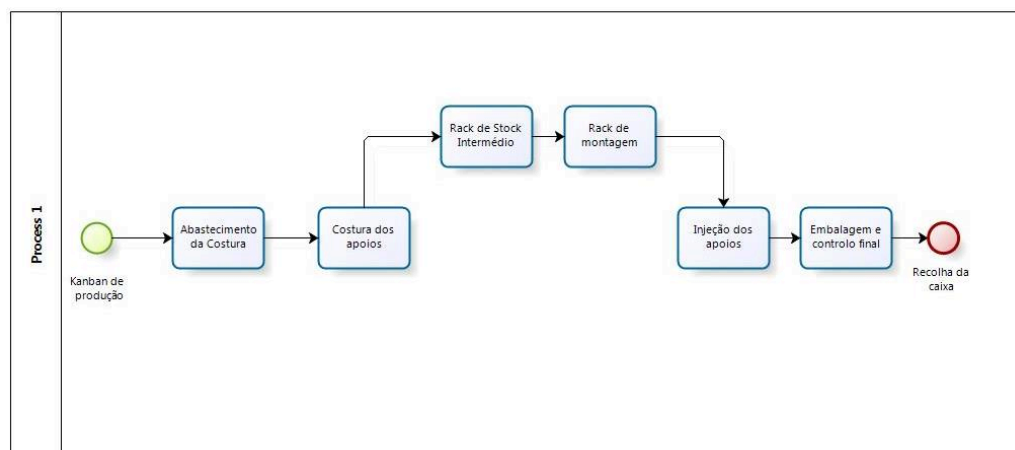
Referência Empresa A	Células de Costura					Montagem	Injeção	Controlo	Embalagem
	1	2	3	4	5				
B78			X	X		X	X	X	X
M3M4					X	X	X	X	X
F67	X	X				X	X	X	X
B9	X	X				X	X	X	X
X7					X	X	X	X	X

**Tabela 2 - Células da Linha A da UAPA**

O abastecimento de matéria prima, em *kits* de corte é assegurado pela secção de corte ou por empresas subcontratadas que complementam as necessidades identificadas pela Empresa. Todas as movimentações de material dentro da fábrica são asseguradas pelo departamento Logístico, através de comboios Logísticos (matéria prima) ou carros de mão (produto final).

### 3.3 Processo de produção: Fluxo

Na linha A, o fluxo de produção de um lote de apoios de cabeça é feito da seguinte forma:



**Figura 11 - Fluxo de Produção da Linha A**

Quando o *kanban* de produção atinge o primeiro lugar no lançador numa célula de costura, a pessoa desta célula com maior disponibilidade (segundo as regras do *Pull System* deverá ser a última pessoa da célula para que a produção da mesma seja puxada) dirige-se ao *rack* de *kits* de matéria prima (Ver Figura 14) e abastece os diversos postos da linha com o número de componentes correspondente ao pedido no cartão *kanban*, seguindo a instrução de trabalho que otimiza os tempos de produção.

As operadoras costuram unitariamente as peças nos postos de trabalho da célula colocados em linha. Quando um lote se encontra completo é colocado num *rack* de stock intermédio localizado entre a zona de costura e injeção.



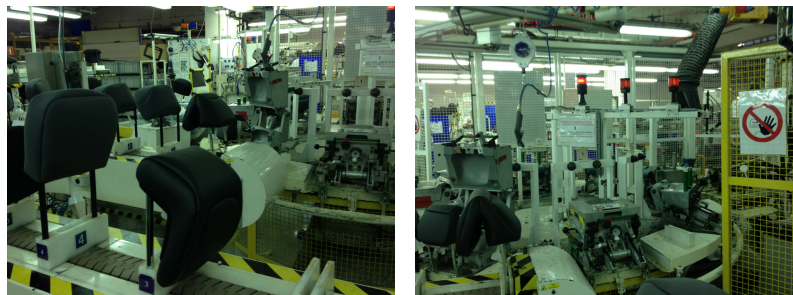
**Figuras 12 e 13 - Células de costura da linha A**

Esse *rack* está dimensionado contemplando um espaço para qualquer dos produtos e para receber os lotes da costura que aguardam um espaço livre no *rack* seguinte, o da célula de montagem. O transporte entre os dois *racks* é assegurado pelo departamento Logístico da fábrica, que, no momento em que faz o abastecimento dos lotes costurados no *rack* de montagem, procede também ao abastecimento de insertos por referência a injetar.



**Figuras 14 e 15 - Rack de abastecimento de kits, à esquerda e rack de Montagem de insertos na injeção, à direita**

Na secção de montagem e injeção, cinco operadores procedem à montagem e preparação da peça final, colocando em cada capa um inserto e um funil. De seguida, a peça é colocada num molde próprio, onde será injetada com uma mistura de *Polyol* ativado e *Isocianato*. Durante um minuto, oito peças circulam na linha de injeção, ganhando, depois de injetadas, as propriedades que lhe conferem o seu aspeto físico e dureza final.



**Figuras 16 e 17 - Secção de Montagem e Injeção**

Depois de injetada, a peça é retirada do molde. É removido o funil de injeção e controlada, antes de prosseguir para a zona de embalagem. Se se encontrar NOK, a peça, não sendo de



couro ou napa, é retrabalhada e se possível recuperada. Para casos em que a peça NOK é de couro ou napa, a mesma não é retrabalhável, sendo considerada sucata.

Na zona de embalagem, a peça é novamente submetida a um último controlo, mais rigoroso, sendo embalada em conformidade com regras específicas impostas pelo cliente final e documentadas para cada produto em diferentes instruções de trabalho, seguindo para um *rack* de produto final, onde aguarda recolha por parte do operador logístico.



**Figuras 18 e 19 - Secção de Embalagem e Controlo do Produto Final**

Aquando da recolha da caixa, cabe ao operador Logístico verificar na informação disposta no *kanban* se a mesma deve seguir para armazém (*Pool stock*) ou para a *Truck Preparation Area*. Ao fazê-lo, deve também retirar o *kanban* PIK (produção) e colocar um *kanban* WK (transporte), que permite a movimentação da mesma. O *kanban* PIK retirado é colocado junto do Quadro *Leveling* até que seja emitida nova ordem de produção.



**Figuras 20 e 21 - Recolha do Produto Final e Leveling Board LA**

## 4 Diagnóstico da Situação Inicial

### 4.1 Ferramentas de análise e recolha de dados

Após uma primeira familiarização com a empresa e perceção do problema na área a trabalhar, surgiu a necessidade de recolher e tratar dados que viabilizassem uma análise ABC do mesmo, para numa abordagem *LEAN* identificar as causas raiz prioritárias e a relação proveito/custo das ações a implementar para eliminar ou minimizar tais causas.

#### 4.1.1 Seguimento de atrasos

Para todas as linhas da fábrica, existe um *Leveling Board* que nivela a produção ao longo do dia, de acordo com as necessidades do PDP. Para facilitar o trabalho dos operadores logísticos, que lançam as ordens de produção, existe uma folha de registo com o esquema do *Leveling Board*, onde os mesmos anotam lançamentos e recolhas ao longo do turno. Sempre que se verifica um atraso duma referência na produção é sinalizado nessa folha uma circunferência em volta da hora a que deveria ser recolhida a carta.

Com o intuito de identificar quais os projetos, ou mesmo referências que sofriam mais atrasos, essa folha foi recolhida durante um período de 15 dias, no final de cada turno. Com os dados recolhidos na folha, foi criado um ficheiro Excel (Ver ANEXO B), do qual resultaram os gráficos seguintes:

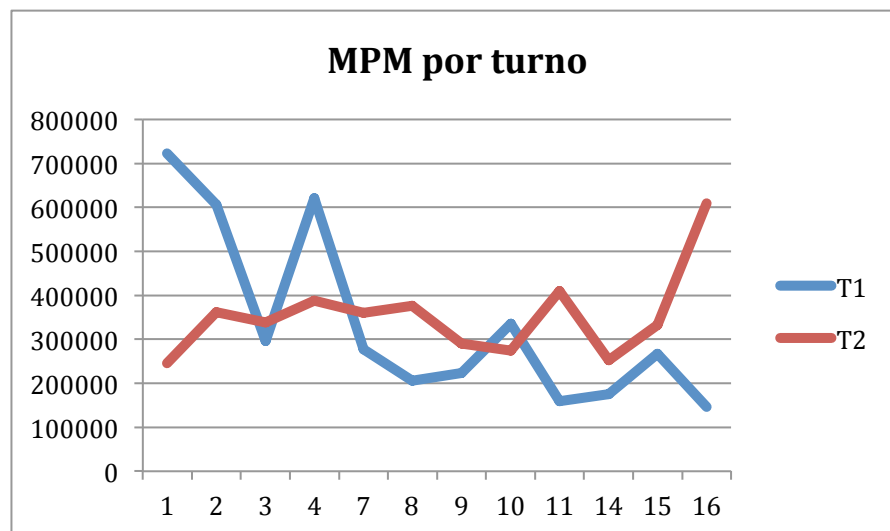
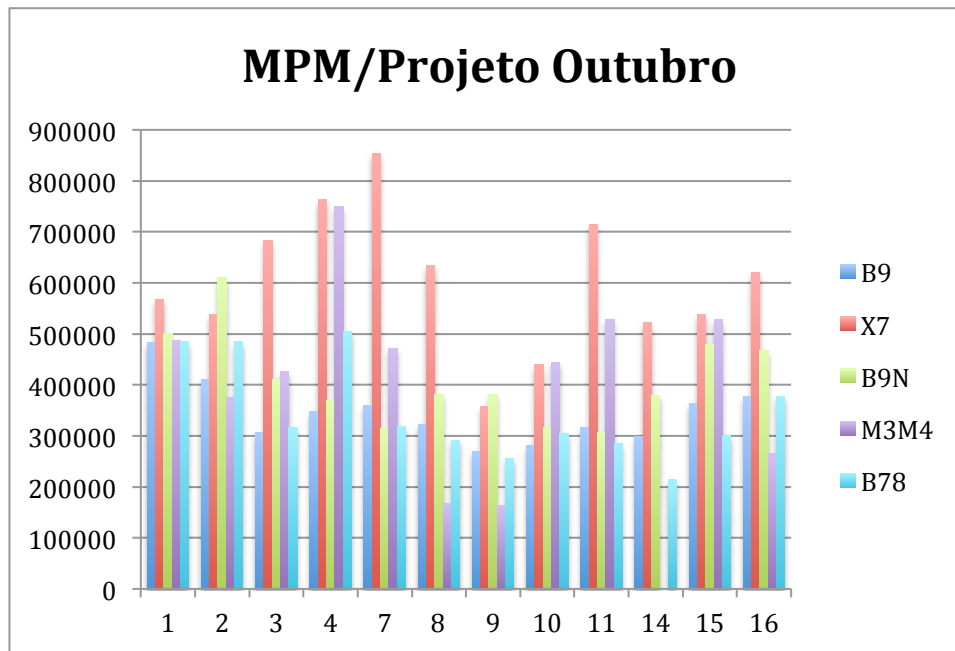
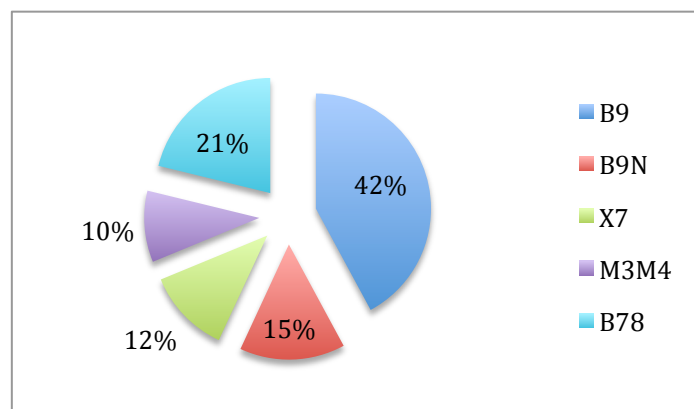


Figura 22 - Gráfico de MPM por turno



**Figura 23 - MPM por Projeto**

Com a informação recolhida e tratada conseguiu identificar-se o turno com maior número de cartas em atraso. O projeto X7 foi identificado como o projeto com maior percentagem de atrasos. Contudo, e numa análise mais profunda, conclui-se que o projeto B9, com elevado volume de produção, é o projeto com mais peso nos atrasos totais da linha. Este projeto é realizado nas mesmas células do projeto B9N, sendo a única diferença o cliente final, assinalado por “N”. Juntos, são responsáveis por mais de 50% dos atrasos. Constatou-se então qual a primeira célula a estudar.



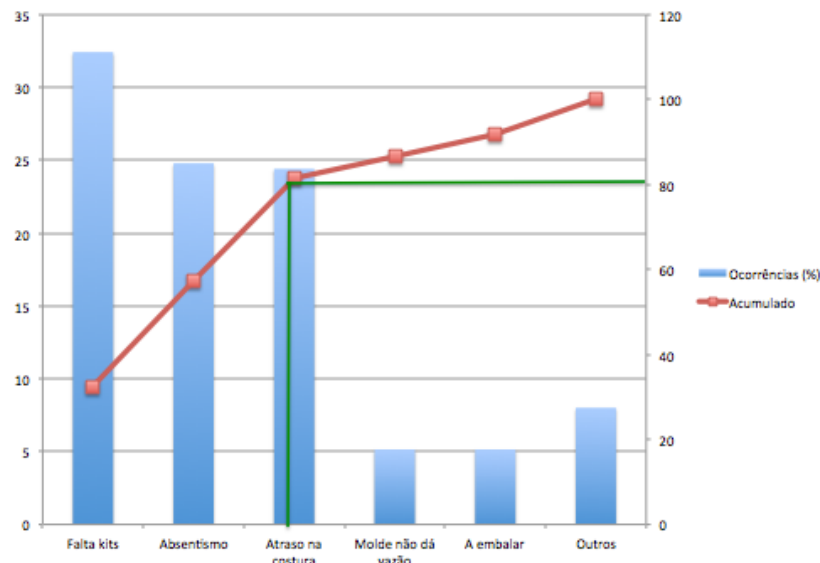
**Figura 24 - Percentagem de atrasos por projeto**

#### 4.1.2 Criação de um pareto de causas de atrasos

Para além da análise das folhas de atrasos da costura, considerou-se necessário saber, por referência de produto, as causas de todos os atrasos gerados. Para isso procedeu-se à criação de uma folha de dados onde se registam, com a colaboração das GAP *Leader* da zona de embalagem, as causas por referência de todos os atrasos.

Com a recolha de dados criou-se um pareto de causas (Ver ANEXO A), representadas num gráfico, para a análise das que mais influenciavam o incumprimento das 3 horas definidas

para produzir um determinado lote. Ao mesmo tempo, foi possível envolver todos os colaboradores na identificação das causas raiz do problema, valorizando sempre a opinião de quem enfrenta as variabilidades da linha diariamente.

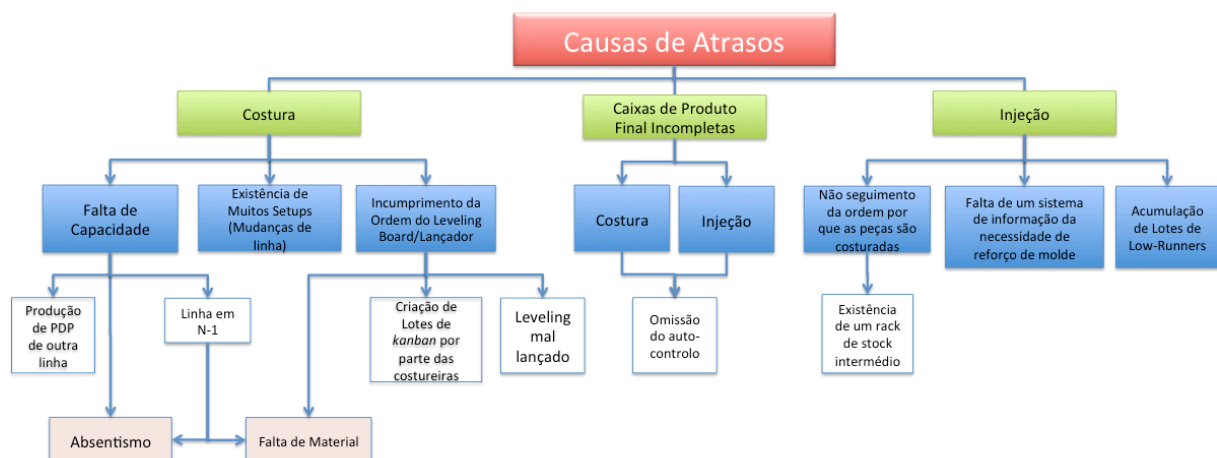


**Figura 25 - Gráfico do Pareto de Causas**

#### 4.2 Constrangimentos Observados

Com exceção da zona de embalagem, observaram-se tanto ao nível da costura, como ao nível da injeção, algumas oportunidades de melhoria. Estas oportunidades de melhoria, apresentadas em seguida, têm em comum a resistência dos colaboradores à mudança.

Constatamos, como sendo comum em todas as áreas de trabalho, que as pessoas tendem sempre a estar convencidas de que o que estão a fazer é o mais correto e que por isso não há forma de melhorar. Assim, além das modificações a nível estrutural e organizacional feitas na fábrica, a formação, o saber transmitir ideias e a capacidade de mudar a mentalidade dos colaboradores revelaram-se o grande obstáculo deste projeto. Neste sub-capítulo, apresentam-se as inconformidades observadas durante a fase de análise do projeto:



**Figura 26 - Escalonamento dos constrangimentos observados por causa**



### No abastecimento de *kits*

Os *kits* de matéria prima utilizados na linha A provêm, na sua maioria, da UAPW da fábrica, local onde são cortados. Esta Unidade de Produção tem o seu próprio sistema de produção, baseado no corte de várias caixas de uma dada referência. Quando o faz, abastece o seu *rack Shopstock* e só produz novos componentes quando a mesma se esgota. Com este método de produção, é fácil concluir que a Unidade em questão nem sempre tem stock para o que é pedido, estando ocupada a produzir algo que não foi pedido (a Unidade trabalha num misto de sistema *Pull* e *Push*), provocando com alguma frequência faltas de *kits* no processo de produção que lhe é subsequente, dado o elevado tempo de resposta da unidade de corte.

Sempre que há uma falha de matéria prima, há uma consequência direta ao nível da produção, na zona da costura. A operadora da célula de costura, que deve dar seguimento à ordem do lançador, desloca-se à Logística, e por vezes à secção de corte para reunir informações de quando será feito o abastecimento do respetivo *rack*, para poder assim planear a recuperação do *kanban* que não pôde ser produzido por falta de material. Esta operação, que deveria ser da responsabilidade da Logística da fábrica, obriga a linha a trabalhar com menos uma pessoa durante este período (usando um equilíbrio em N-1), provocando a diminuição no número de peças costuradas. Invocando os conceitos *LEAN*, devemos considerar qualquer movimentação como um desperdício. Esta movimentação, sendo da responsabilidade do operador logístico é assumida por uma operadora duma célula de costura, consome tempo de produção e pode originar defeitos em peças, como resultado da falta de formação de um determinado colaborador para assumir o posto da pessoa que teve de se deslocar na procura da matéria prima em falta.

Por outro lado, a falha de kits leva a que o *kanban* de produção da referência cujo *kit* se encontra em falta não possa ser produzido. Esse *kanban* será colocado na parte superior do lançador e só recuperado no final do turno ou caso o lançador se encontre em avanço, gerando na grande parte dos casos um atraso. (Ver figura 27)

Em algumas das deslocações feitas pelos operadores da costura, observou-se ainda a existência de uma dada referencia de *kits* no *rack Shopstock* da UAPW, que a produção julgava estarem em falta, sem que a Logística tivesse feito o seu abastecimento.

Existe em todas as linhas da fábrica um quadro de abastecimento de *kits*, que tem por finalidade informar a Logística sempre que há uma falha para que seja possível colmatá-la a tempo. No entanto, verifica-se que este quadro não é utilizado corretamente, sendo assim necessário transmitir aos colaboradores a importância da correta utilização do mesmo. Nas referências com maior cadência constatou-se a necessidade de um stock de *kits* maior o que determinará recalculas os *racks* de abastecimento.

O pareto das causas de atrasos elaborado durante a fase de análise revelou que esta situação representa 33% dos atrasos verificados.



**Figura 27 – Os PIKs, na zona superior do lançador, correspondentes a referências sem *kits* de matéria prima**

### Nas células de costura

Os lançadores encontram-se constantemente cheios (Ver Figura 28) e a zona verde que simboliza que a produção está em dia com o cliente, nunca é respeitada. Não existindo falhas nas entregas aos clientes conclui-se que a zona verde está mal calculada.

Não havendo atrasos nas entregas e existindo referências que, lançadas depois de outras, são produzidas mais cedo, constata-se que não é seguido o planeamento na ordem definida porque a Logística não segue a ordem do quadro *Leveling* ou a operadora que abastece cada célula da costura não segue a ordem por que são lançadas as ordens de produção verificando-se a produção de lotes com origem em *kanbans*, da mesma referência, para cumprir os objetivos do PDP durante o turno e evitando a produção de lotes mais trabalhosos.

O não cumprimento da ordem de produção é o despoletar para a sucessiva geração de atrasos. Se durante as três horas desde que é lançado um *kanban* forem produzidos outros, lançados tardiamente, vão verificar-se atrasos em referências previamente lançadas.



**Figura 28 - Lançador de uma célula de costura**

Outro grande contributo para o elevado número de atrasos tem origem no absentismo. Existem dois tipos de absentismo, o programado e o não programado. Embora a Empresa tenha regras de reação estabelecidas para resolver este tipo de imprevistos, desde a entrada da GAP Leader na célula à cedência de um colaborador por parte de outro GAP, é certo que estas não são suficientes, uma vez que apesar de haver sempre mais que uma pessoa com polivalência para dado posto, a prática e a velocidade com que produz eficazmente uma peça nem sempre é a desejada.

Foi também verificada a existência de muitos *setup(s)*, resultantes da mudança de referências que provocam trocas de linha. Por exemplo, nas duas células onde são produzidas todas as peças de B9, existem cerca de 30 referências diferentes. Destas referências, 17 são de linha preta e as restantes de linha cinzenta. Estando estas referências distribuídas por tipo de produto, fazendo uma célula apoios de cabeça mono e traseiros, e a outra banquetes, há inúmeras trocas de linha cinza por preta e vice-versa ao longo do turno, provocando assim um desperdício de cerca de 30s por cada troca de cor de linha.

A referência M3M4, apesar de ser maioritariamente produzida na linha A, existe uma pequena quantidade que, depois de costurada na linha A, é injetada na linha Z da UAPF. Para esta minoria, não existem *kanbans* de produção e observa-se frequentemente a produção de caixas desta referência sem que a ordem para o fazer tenha sido lançada.

Não havendo *kanbans* de produção esta não está programada no PDP da UAP. Assim, a linha A utiliza tempo na produção de algo para o qual não está explicitamente notificada, deixando frequentemente de produzir as referências correspondentes ao PDP da UAPA.

Constatou-se que são lançados *kanbans* de atraso sem que tenham sido lançados os *kanbans* de produção, bem como o lançamento de *kanbans* de produção que não se encontram programados no *Leveling Board*, tal como se referiu no exemplo M3M4.

Apesar de os *kanbans* de atraso terem por regra acompanhar o *PIK*, por vezes, os atrasos são recuperados sem que os mesmos sejam retirados da linha. Uma vez que não existe um dia semanal para a limpeza dos mesmos, são por vezes produzidos lotes em excesso, criando *stock* e gerando atrasos nas referências que são realmente necessárias.

Verificou-se ainda a omissão, por parte dos colaboradores, do processo de autocontrolo. Observou-se também que, por vezes, os colaboradores detetam o defeito na peça e mesmo assim insistem em fazer com que a mesma prossiga o seu fluxo de produção. Quando as peças com defeito chegam à injeção, as mesmas serão injetadas, correndo o risco de ser consideradas sucata, ou, a não o ser, terem de ser retrabalhadas. Este tipo de atitude deve ser trabalhada no sentido de consciencializar os operadores dos elevados custos que estas situações representam para a fábrica, quer em tempo, pelo retrabalho das peças, quer em custos, pelo facto de as mesmas serem consideradas sucata. Esta situação verifica-se com maior incidência quando a pressão para o cumprimento do PDP é elevada e gera caixas de produto final incompletas na zona de embalagem, originando atrasos na produção.

### **Na célula de injeção**

A injeção de peças com defeito de costura, não controladas durante a montagem, são posteriormente consideradas sucata. O retrabalho de peças segregadas antes da injeção requer um operador e a injeção de peças recuperadas requer tempo e espaço no molde.

Existência de um *rack*, entre a zona da costura e injeção, onde as capas são retidas, com *stock* em quantidade excedente e que chega a esperar horas para ser injetado. O colaborador da Logística, que abastece o *rack* de injeção, não assegura a sequência por que estas capas foram costuradas gerando inconscientemente atrasos.

Na injeção a situação de reforço da linha não contempla informação aos operadores, sinalizando o molde com maior cadência, respondendo estes ou não, em sintonia com a opção do *GAP Leader*.

Nas referências X7 e em algumas referências B78, com volume de produção reduzido e moldes bastante pesados, os operadores acumulam vários lotes antes de colocar o molde para a injeção das capas o que gera atrasos e altera ordens de produção.

Para priorizar a procura de medidas que visassem resolver os constrangimentos observados, construiu-se a seguinte tabela, com três níveis de prioridades (1,2,3), em que 1 corresponde a prioridade máxima e 3 a não prioridade. Observa-se, no capítulo seguinte, a existência de soluções que permitem resolver mais que uma variabilidade e a conjugação de várias ações que ajudam na resolução de uma variabilidade.

Variabilidade	Prioridade		
	1	2	3
Falha de <i>kits</i>	X		
Deslocações da operadora por falta de material	X		
Falha de abastecimento de <i>kits</i> pela Logística	X		
Cálculo dos Lançadores			X
Cumprimento da ordem de Lançamento	X		
Absentismo	X		
Setups da costura	X		
Produção da referência M3M4 para a Linha Z		X	
Lançamento de <i>kanban</i> de atraso sem <i>kanban</i> PIK			X
Omissão do autocontrolo na costura/injeção	X		
Necessidade de informação de reforço de molde			X
Acumulação de <i>Low-Runners</i> na Injeção		X	

**Tabela 3 - Prioridade de resolução de constrangimentos**

## 5 Intervenções Propostas e Implementação das mesmas

Conhecida na fábrica por ser a linha menos controlada, a Linha A foi submetida, como consequência deste projeto e com a envolvimento de colaboradores de diversos departamentos da Empresa, a modificações para a transformar numa linha referência da Empresa A, Lda.

Sendo a Empresa A Global um grupo que rejeita a informatização quando esta não é necessária, procurou-se assim, por via da aplicabilidade da gestão visual facilitadora da comunicação, resolver todas as inconformidades da linha sem recorrer a novos sistemas informáticos. Nesta procura de soluções foram, por vezes, contrariadas algumas regras EAES, algo que serviu de estímulo, a nível interno, para provar que é sempre possível melhorar as regras normalizadas, documentadas e com provas dadas. Depois das várias alterações na linha, seguiu-se um período de adaptação dos colaboradores, no qual as funções de suporte fizeram observações e analisaram os resultados.

Considerando o estudo do pareto de causas de atrasos, optou-se por classificar, com base no peso de cada variabilidade no volume de atrasos, a necessidade de implementação de ações corretivas para a resolução dos constrangimentos segundo a matriz de prioridades representada na Figura 29:



**Figura 29 - Matriz de prioridades**

Ao longo deste capítulo, existem 4 sub-capítulos estruturados segundo esta matriz que explicitam as soluções encontradas.

## 5.1 Intervenções Urgentes e Importantes

### 5.1.1 Seguimento do abastecimento de kits:

O pareto das causas de atrasos, elaborado durante a fase de análise, revelou que as falhas no abastecimento de *kits* às células da costura representam 33% dos atrasos verificados, situação que se considerou prioritária na resolução deste problema, para, à posteriori, eliminar tais atrasos na produção bem como as reduções de eficiência causadas pelo défice de pessoas na linha. Na resolução desta inconformidade, a zona da ação cingiu-se apenas à UAPA, definida pela Empresa como alvo do projeto, pelo que não foi possível atuar no processo de corte, pertencente à UAPW.

#### 5.1.1.1 Implementação do quadro de abastecimento de kits

Procedeu-se à implementação de um sistema de comunicação já existente em outras linhas da fábrica, que permitisse à Produção avisar a Logística sempre que um *kit* de matéria prima se esgote (Ver Figura 31). A produção passa assim a comandar o abastecimento da linha, puxando sempre que necessita o material a montante, estendendo o sistema *Pull* a uma zona da linha onde não havia uma forma de controlo definida.

As operadoras das células de costura, que asseguram a distribuição da matéria prima pelos diferentes postos de trabalho, foram formadas na seguinte regra: sempre que o número de componentes presentes num dado *kit* de matéria prima são insuficientes para satisfazer um *kanban* de produção, a operadora retira o *kanban* de abastecimento da caixa, marcando a necessidade, dessa referência, no quadro de abastecimento de *kits*.

O operador logístico, no ciclo de quinze minutos de lançamento de ordens de produção, no momento em que vê no quadro a anotação da falta de um determinado *kit*, recolhe o *kanban* de abastecimento, sinalizando no mesmo quadro que já tem conhecimento da falha. De seguida, leva consigo o *kanban* para a secção de corte, onde poderá recolher, caso exista, uma nova caixa de *kits*, satisfazendo a procura logo no ciclo seguinte.



Figura 30 - *Kanban* de abastecimento de *kits*

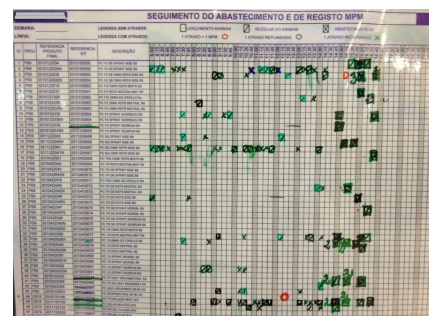


Figura 31 - Quadro de Seguimento de *Kits*

Depois da entrada em funcionamento do mapa de abastecimento de *kits* na Linha A, verificou-se que, na maioria dos casos, a secção de corte não tinha capacidade para abastecer a linha no ciclo seguinte, ao mesmo tempo que não conseguia comunicar à produção a hora a que iria conseguir satisfazer a procura. Posto isto, foi criado um novo tipo de *kanban* de atrasos de *kits* (Figura 32), lançado sempre que é necessário produzir determinada referência e não existem *kits* de matéria prima no *rack* de abastecimento. Este *kanban* de atraso é também recolhido pelo operador logístico, chegando ao corte como prioridade. Com estas duas alterações, foi possível aumentar a capacidade de resposta por parte do corte, diminuindo ligeiramente as



falhas para com a produção, ao mesmo tempo que se eliminaram as deslocações à secção de corte por parte da operadora da costura.



Figura 32 - Kanban de atrasos de kits

#### 5.1.1.2 Redimensionamento do rack de abastecimento de kits

Como sabemos, o mercado não consome todos os produtos em igual proporção. Não alheios a esse fato, as OEM, na indústria automóvel, respondem a pedidos dos clientes em função dos automóveis que vendem, tentando sempre produzir sob pedido e não para stock o que determina uma maior cadência de certos produtos que, por serem consumidos com maior velocidade, têm de ser produzidos em maior quantidade.

Para prevenir a falta de kits de matéria prima a estrutura dos racks de abastecimento às células da costura, inicialmente calculada para armazenar duas caixas para cada uma das 51 referências de kits, foi sujeita a redimensionamento e modificações (Ver ANEXO C para informação mais detalhada). Foram reavaliados, por referência, quais os produtos com maior cadência por dia e hora, por se ter constatado que estas referências provocavam mais atrasos na linha, determinando 75% dos atrasos causados na produção por falta de kits do corte.

A Tabela seguinte sintetiza os resultados da avaliação e explicita as soluções propostas:

Apoio de Cabeça	Cadência de Peças/dia	Cadência de Peças/Hora	Tempo Consumo de uma caixa	Varição de Caixas de kits	Varição da Gama de Embalagem
APC FIX MISTRAL M3M4	942	63	1	2	56 para 77 (21)
APC FIX MILAZZO MIST B78	890	59	1	4	0
APC BQ SPRINT BISE B9	527	35	2	2	0
APC FX SB OMNI REP BISE B9	452	30	2	2	32 para 64 (32)
APC BQ OMNI REPS BISE B9	439	29	2	2	0
APC FX SB SPRINT BISE B9	400	27	1	2	0
APC ART RELAX MILAZZO B78	280	19	2	3	30 para 32 (2)
APC TR SB SPRINT NOIR/BL B9	236	16	4	2	0
APC 1/3 OMNI CRIOLLO B9	207	14	3	0	30 para 40 (10)
APC FX OMNI CRIOLLO B9	160	11	4	0	32 para 40 (8)
APC 1/3 REPS MISTRAL/MAT B9	126	8	7	0	30 para 60 (30)
APC FX REPS MISTRAL/MAT B9	115	8	5	0	32 para 40 (8)
APC FX REPS MISTRAL B9	115	8	5	0	32 para 40 (8)
APC 1/3 REPS MISTRAL B9	81	5	11	0	30 para 60 (30)
APC ART RELAX CLUB B78	15	1	33	0	24 para 32 (8)

Tabela 4 - Alterações às Caixas de Kits de Abastecimento

- Para uma referência do projeto B78, com uma cadência média de três *kanban* de produção de cinco peças por ciclo de quinze minutos, decidiu-se aumentar de duas para seis o número de caixas de kits no rack de abastecimento.
- Para uma referência do projeto M3M4, na altura com uma cadência diária de 942 peças por dia, decidiu-se aumentar a gama de embalagem, bem como de duas para quatro o número de caixas de kits em stock no rack de abastecimento.
- Nas cinco referências com maior procura diária do projeto B9, houve também uma modificação, passando de duas para quatro caixas de kits em stock no rack de abastecimento.

- Houve ainda uma outra referência do projeto B78 que passou a ter três caixas de kits em *stock*, aumentando assim o *stock* de matéria prima em uma caixa.
- Quando possível, e por forma a evitar um sobredimensionamento do *rack* de abastecimento, recalcularam-se as caixas de *kits* para que estas contenham sempre uma quantidade de *kits* múltipla do número de peças a produzir por *kanban*, por forma a restringir a existência de caixas incompletas, por não substituição de peças mal cortadas, um problema que contudo surge com pouca frequência.
- Numa opção de sentido contrário, nas 40 referências com um PDP diário inferior a 100 peças, optou-se pela retirada de uma caixa de abastecimento de *kits*, por forma a que estas não constituíssem um nível de *stock* mal parado para a fábrica. Para isso, retirou-se de circulação o *kanban* de abastecimento, assegurando o cumprimento desta medida.

Por motivos ergonómicos e práticos procedeu-se a nova distribuição nos *racks* de abastecimento, com base no método supermercado (Figura 33). Aquilo que se vende mais está à altura das pessoas, o que se vende menos está ao nível do chão ou acima dos olhos. A operadora que abastece a linha, inclinando-se menos vezes, consegue diminuir o tempo de abastecimento e é minimizada a hipótese de contrair uma lesão.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ref. Kit	2010405735	2010105729	2010105731	2010105715	2010405716	2010405717	2010405725	LIVRE	LIVRE	2010105552	1
Ref. Peça	3010321019B	3010321023A	3010321087	3011121095	3011121034B	3011121035B	3010221027B			3010131092	
Ref. Kit	2011105655	2010105636	2010105727	2010405673	2010125216	2010105658	2010405674	2010105682	2010105552		
Ref. Peça	3011133120B	3010133105B	3010221096	3010422046	3010422049	3010122034	3010422026A	3010422047	3010122006	3010131092	2
Ref. Kit	2011105655	2010105636	2010105720	2010125204B	2010125203	2010105658	2010105684	2011205667	2010105659	2011205666	
Ref. Peça	3011133120B	3010133105B	3010221030A	3010122036	3010122037	3010122034	3010122038	3011222041	3010122035	3011222040	3
Ref. Kit	2011105656	2010105636	2010105714	2010125507	2010125215	2010125211	2010105684	2011205667	2010105659	2011205666	
Ref. Peça	3011133122B	3010133105B	3011121090	3010422054	3010422050	3010422045	3010122038	3011222041	3010122035	3011222040	4
Ref. Kit	1010416302A	2011105657	2010105732	2010105730	2010405724	2010405669	2010405675	2010405680	2010105944	2010105556	
Ref. Peça	3011133122B	3011133123B	3010321079	3010321022A	3010221026B	3010422042	3010422048	3010422051	3010122053	3010131094	5
Ref. Kit	2100205950	2100205950	2010105728	2010405734	2010105722	2010405681	2010105663	2010105665	2010405670	2010405671	
Ref. Peça	3011133129	3011133128	3010221097	3010321018B	3010221077	3010422052	3010132033	3010122039	3010422043	3010422018	6
Ref. Kit	1010416340	1010416339	2010105726	2010105733	2010105721	2010105719	2010405716	2010405736	2100205948	2011105657	
Ref. Peça	3011133129	3011133128	3010221032A	3010321080	3010221086	3010221031A	3011121038A	3010321024A	3011133126	3011133123B	7

Figura 33 – Estrutura redimensionada do *Rack* de abastecimento de kits à costura

### 5.1.2 Reorganização das células de costura

O conceito *LEAN* classifica a resistência à mudança como indesejável, ao mesmo tempo que incentiva a organização a privilegiar processos mais agilizados e geradores de maior valor.

Na situação inicial, que reportamos, existiam cinco células de costura na Linha A distribuídas por duas GAP's e divididas tal como na tabela que se segue:

GAP	Célula	Produtos fabricados	Nº colaboradores nas células
V	1	B9 Traseiros e B9 Banquete	4
V	2	B9 Mono	4
S	3	B78 Fixo	5
S	4	B78 Relax e DVD	5
S	5	M3M4 e X7	3
Total	5	Referências	21

Tabela 5 - Organização das Células de Costura da Linha A



Na secção da costura estavam alocadas 21 operadoras por turno para produzir uma média de 3.200 peças/turno e todos os lançadores de *kanbans* de produção encontravam-se cheios e em atraso, por diversos motivos desde a falta de capacidade, o absentismo, ou faltas de *kits* de abastecimento, que no seu conjunto determinavam a grande fatia dos 300.000 MPM registados no final do dia.

As 21 operadoras, subaproveitadas e com desequilíbrios na operação de cada célula não conseguiam realizar maior número de peças costuradas condicionando a *performance* da UAP a níveis de DLE próximos mas inferiores a 65%, para metas estabelecidas de 73%. Ao mesmo tempo, o PDP nem sempre era cumprido e o quadro *Andon* tinha frequentemente horas a vermelho.

Para definir a solução do problema foram registados, ao longo de 16 dias úteis, os tempos de produção por processo, pessoa e produto em ambos os turnos de produção. Durante a tiragem de tempos confirmou-se o não cumprimento do equilíbrio, que se encontrava definido desde o lançamento dos projetos, e que as operadoras tinham definido em cada turno uma diferente divisão de tarefas. O *Standard Work* e o *Takt Time* não estavam a ser cumpridos. Este incumprimento não permitia obter os níveis máximos de eficiência da linha e observavam-se, devido à existência de postos em sobrecarga e outros em subcarga, peças amontoadas em postos-chave ao longo do processo, e pessoas paradas à espera que o processo fluísse. O *FIFO* e o *one-piece-flow*, não estavam a ser cumpridos.

Durante a recolha de tempos considerou-se, como incluído no processo costura, o abastecimento de uma caixa completa, à injeção, com capas costuradas, por parte da operadora do controlo final de cada célula. Este processo consiste numa operação de transporte da caixa desde a costura ao *rack* de *stock* intermédio da injeção, que custa ao ciclo produtivo cerca de 20s sempre que se completa um *kanban*.

Por outro lado, nas células onde se produz o projeto B9, são lançados ao longo de um turno uma média de 250 *kanbans* de produção, referentes a diferentes tipos de apoios de cabeça (mono, banquetes, traseiros). Dentro destes produtos, há um leque de referências que, com a mesma geometria da peça, variam contudo na linha de costura (cinza ou preta), ou no tecido.

Consultando o *Leveling Board*, e, para a organização inicial com referências de banquete e traseiros em uma célula, mono em outra célula, verificam-se ao longo de um turno uma média de 60 trocas de linha de costura.

As trocas de linha de costura são uma operação de *setup* que custa cerca de 30s ao tempo de ciclo sempre que necessárias, não acrescentando valor ao produto. As 60 trocas de linha representam 30 minutos de desperdício em *setups*, o qual não podendo ser eliminado do processo de fabrico deveria ser minimizado numa reestruturação organizacional da linha.

Posto isto, propôs-se uma nova organização das células de costura, na qual o número de operadoras por turno é reduzido para 17 pessoas. Nesta nova organização, os projetos X7 e M3M4 são integrados nas restantes células, eliminando assim a célula 5:

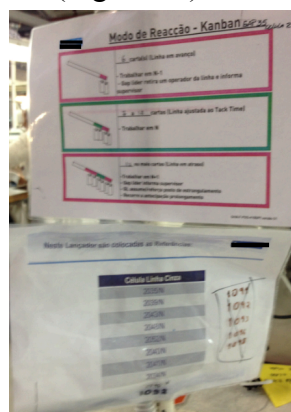
GAP	Célula	Produtos fabricados	Operadoras/Célula
V	1	B9 Linha Preta	4 + 0,5
V	2	B9 Linha Cinza e M3M4	3 + 0,5
S	3	B78 Fixo e X7 Napa	5
S	4	B78 Relax, B78 DVD e X7 Tecido e Couro	3+1
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>Referências</b>	<b>17</b>

**Tabela 6 - Nova organização das células de costura da Linha A**

O novo equilíbrio para as células da Linha A (Ver ANEXO C), feito com base nos melhores tempos recolhidos, desafia o cumprimento do PDP com uma folga de 350 peças por turno, sem recurso a horas extra e com menos quatro pessoas, e foi conseguido com a alteração na divisão das tarefas do processo pelos diferentes postos. Envolvendo os colaboradores da linha, a divisão das tarefas foi ponderada não só para assegurar a máxima eficiência da linha, mas também atribuindo as tarefas mais exigentes às operadoras com melhor competência para as mesmas. O novo equilíbrio passou a estar impresso segundo um guião de produção em todos os postos de trabalho (Ver ANEXO E), notificando as operadoras nas tarefas a realizar em cada tipo de produto por posto. Esta foi uma medida de gestão visual que visava facilitar a adaptação das costureiras à nova divisão de tarefas.

O autocontrolo das peças executadas ao longo dos processos foi algo também discutido com as GL, por forma a que estas tivessem noção da importância do mesmo e soubessem transmitir a ideia às restantes operadoras. Em todos os processos do novo equilíbrio, houve um acréscimo de dois segundos por forma a contemplar tempo para o autocontrolo.

Como medida de redução de desperdício em tempos de *setup*, optou-se por dividir as Células da GAP V por cor da linha de costura, em detrimento da divisão por tipo de produto, definida inicialmente. Para situações em que uma das células da GAP V se encontra em atraso, foi criada uma regra para que a outra célula, se em avanço, ajude a célula em atraso. Criou-se um espírito de entreaajuda entre as duas células da GAP para facilitar o lançamento dos *kanbans* em cada célula por parte da Logística, que dispõe de uma folha que assinala as referências a colocar em cada lançador (Figura 34).



**Figura 34 - Referências de um lançador**

O GAP V é responsável pela produção de cerca de 4.600 das 6.400 peças que se produzem diariamente na Linha A. Os seus produtos são de confeção relativamente simples e apresentam tempos de ciclo bastante reduzidos, pelo que se observa que sempre que um operador está ausente do seu posto de trabalho, as peças tendem a acumular nesse posto, desrespeitando o *one-piece-flow*. Consciencializados deste facto e sabendo que nas peças cujos tempo de ciclo e *Lead Time* são reduzidos, correspondentes a um *kanban* de produção, o número de vezes que os operadores param ou se vêm obrigados a abandonar o seu posto de trabalho para abastecer a linha é relativamente elevado.

O abastecimento das duas células do GAPV, no novo equilíbrio, passou a ser assegurado por uma operadora, que se encontra fora da linha. Com esta proposta de alteração consegue-se um maior controlo sobre a ordem do lançador, assegurando que este só pode ser manipulado pela pessoa responsável por abastecer a linha, ao mesmo tempo que se diminuem as variabilidades causadas pela ausência de operadores no posto de trabalho.

Antes da implementação do novo equilíbrio, acordou-se com a UAPF a paragem da produção dos apoios de cabeça da referência M3M4 que eram injetados na Linha Z. Com isto, consegue-se eliminar a produção de 200 peças/dia que não eram contabilizadas na UAPA e comprometiam o cumprimento do PDP da mesma.

O GAP S foi também sujeito a algumas alterações. O projeto X7, inicialmente equilibrado para ser feito por três pessoas, está agora integrado em células onde o número de pessoas é maior. Neste GAP, optou-se então por uma divisão na qual uma célula de 4 pessoas dá resposta à procura dos apoios de cabeça em couro e napa dos projetos B78 e X7, enquanto que a outra célula, composta por 5 pessoas, produz todas as referências de tecido. Durante a realização destes equilíbrios, constatou-se que, quando as referências de couro ou napa entravam na linha já cravadas, os tempos de ciclo eram diminuídos, substancialmente, e que o PDP podia ser cumprido apenas com três pessoas. Assim, optou-se por colocar uma operadora fora da linha para assegurar, antes da entrada de um *kanban* de couro ou napa, que os seus componentes já se encontravam cravados e em espera no *rack* de abastecimento de *kits*.

### 5.1.3 Absentismo

Em fábricas onde reina o pensamento *LEAN*, a mão de obra excessiva é vista como um desperdício. Na Empresa A, nomeadamente na UAPA, a otimização dos recursos MOD é de enorme importância para o *Manufacturing Engineer*, e por isso, a luta pela flexibilidade no que diz respeito a adaptações do número de pessoas às constantes variações de volumes de produção é um desafio constante, revisto semana a semana, sempre que se verificam alterações no PDP.

Existindo na Empresa um banco de horas a gestão de MOD está facilitada, permitindo evitar dispensas ou contratações de colaboradores. No entanto, e por o número de pessoas ser calculado para dar resposta ao número de pedidos, a ausência de um colaborador num dado período pode ter consequências fatais no cumprimento dos níveis de produção diários.

Sendo o absentismo programado ou não, existem regras de reação na fábrica que passam pela entrada do GL na linha, pela cedência de colaboradores por parte de outros GAP, ou mesmo pela ajuda por parte de outro GAP na produção.

No GAP V onde o volume de peças é muito elevado, as operadoras, em postos fixos, conseguem tempos de produção inigualáveis, fazendo com que as regras de reação em caso de

absentismo não sejam suficientes e a falta de uma pessoa tenha um impacto muito negativo no cumprimento do PDP.

Movidos pelo *slogan*, “ninguém é insubstituível”, considerou-se fulcral o treino da polivalência nas pessoas do GAP V, em todos os postos das células de costura. Assim sendo, além da formação das operadoras para desempenharem todas as tarefas do processo de costura que são realizadas naquele GAP, considerou-se obrigatória a prática dessas tarefas para que todas alcançassem tempos semelhantes. Para isso, foram identificadas as operadoras com melhores tempos em todas as tarefas e num espírito de entreajuda, cada uma dessas operadoras formou outras para que todas pudessem atingir os resultados pretendidos.

Alcançado o nível de performance definido para cada célula/produto de costura regulamentou-se a rotatividade entre postos a cada duas horas, para que as pessoas treinassem as suas capacidades e conseguissem obter bons resultados em qualquer posto do GAP V.

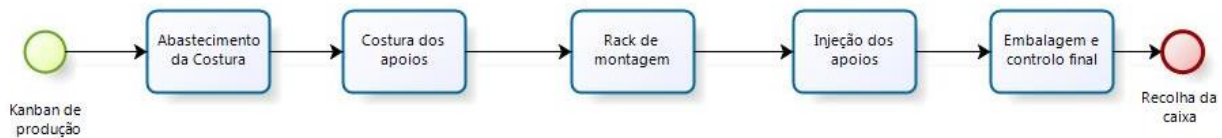
#### 5.1.4 Rack para Stock Intermédio da Injeção

Durante as análises no *Gemba* à Linha A constatou-se uma falha do sistema na ordem a seguir na injeção de apoios de cabeça costurados. Depois de passarem a secção da costura, os apoios eram colocadas numa caixa com a gama de embalagem correspondente ao seu *kanban* de produção e posteriormente colocadas num *rack* de stock intermédio, onde aguardavam a vez para serem injetados e prosseguir o seu fluxo até à zona de embalagem.

Dispondo este *rack* de espaço disponível para cada tipo de produto, não havia como controlar a ordem pela qual os *kanbans* haviam sido lançados, verificando-se a tendência para acumular várias caixas de uma dada referência, antes de ser feita a troca do molde, gerando atrasos e um stock intermédio(WIP) que representava o desperdício de alguns milhares de euros. Em simultâneo existiam produtos no *rack* a aguardar mais de três horas para serem injetados, enquanto que outros eram injetados de imediato.

Na avaliação da célula de injeção da Linha A identificou-se a variabilidade descrita anteriormente como sendo um desperdício do processo costura, uma vez que na proposta implementada a operadora do controlo final abastecia esta zona e o responsável da logística transportava as caixas para o *rack* de montagem, onde estavam os restantes componentes necessários à montagem das peças, o funil de injeção e insertos. Eliminando este *rack* criou-se um novo fluxo de produção no qual a operadora do controlo final, assim que terminado o processo de costura dos apoios de cabeça correspondentes a um *kanban* de produção, se desloca diretamente ao *rack* de montagem, onde coloca, por produto, a caixa para ser injetada. Esta deslocação, por ser maior, custou mais dez segundos ao equilíbrio proposto. Como a operadora encarregue desta movimentação era a controladora final e se pensou numa aproximação das células da costura à injeção (apresentado ainda neste capítulo), esta alteração não teve qualquer impacto no equilíbrio das células da costura.

Com a eliminação deste desperdício, observaram-se de imediato melhorias no *Lead Time* da linha e uma ligeira redução dos atrasos causados pelo GAP de Injeção. Libertou-se tempo ao responsável logístico e criou-se uma linha mais eficiente. A ilustração do novo fluxo de produção é apresentada na figura 35.



**Figura 35 - Novo Fluxo de Produção da Linha A**

## 5.2 Intervenções Importantes mas não Urgentes

### 5.2.1 Leveling Board

#### 5.2.1.1 Mudanças no Lançamento do Quadro

Quando é conhecido o plano diário de produção para uma semana, o *Leveling Board* é construído para responder a todos os pedidos do cliente, mantendo os níveis mínimos de *Pool stock* estipulados nas regras da fábrica. Este quadro obedece às leis da programação *Heijunka*, distribuindo alternadamente e ao longo do dia os pedidos à produção, para assegurar a flexibilidade da linha. As ordens de produção são lançadas por *kanbans*, três horas antes da hora para a qual está programado o seu levantamento. Se a linha não está a cumprir o *Takt time* é porque não consegue responder nas três horas estipuladas e o atraso acontece.

Observando o quadro de nivelamento, constatou-se a existência de referências de produtos *High-runners*, com uma cadência diária de perto de 1000 peças, correspondente a cerca de 100 *kanban*, bem como a existência de referências de produtos com uma cadência de 1 *kanban* por dia, os chamados *Low-Runners*. Estando a programação de acordo com as teorias defendidas pelos princípios da filosofia *LEAN*, existem formas de conseguir melhores resultados, mesmo desrespeitando parcialmente a programação *Heijunka*. Numa nova proposta, definiu-se, para as referências *High-Runners*, uma nova forma de lançamento dos pedidos, na qual os *kanban* de produção de uma dada referência eram lançados em série num número correspondente a uma caixa de abastecimento de *kits*. Por exemplo, para um B9 Banquete de referência 3011222040, uma caixa de kits possui 60 componentes, enquanto que um *kanban* de produção corresponde a 20 peças. No lançamento do *Leveling Board*, serão lançados três *kanban* de produção seguidos por forma a dar vazão a uma caixa de kits.

Esta alteração, apesar de contrariar o conceito *LEAN* e retirar alguma flexibilidade à linha, garante ganhos em termos de tempo de produção e abastecimento da linha, ao mesmo tempo que diminui a probabilidade de a linha parar por falta de material.

### 5.2.1.2 Eliminação do *Kanban* de atraso da produção

Na análise da situação inicial encontraram-se *kanbans* de atraso em circulação datados de meses anteriores. Por exemplo, numa análise feita a 10 de outubro, foram encontrados *kanbans* de atraso datados de 20 de setembro, que não estavam acompanhados do *kanban PIK* correspondente. Verificando-se a não singularidade da situação, constatou-se que a existência de *kanbans* de atraso em circulação na linha atrasava a produção diária, sendo produzidas por vezes referências que já não eram necessárias. Assim surgiu a proposta de eliminar os *kanbans* de atraso na Linha A. Para continuar a contabilizar os atrasos lançados na linha, criou-se na zona de embalagem um quadro no qual o responsável logístico passou a anotar atrasos e a *GAP Leader* da injeção passou a reprogramar a célula. Este quadro veio a revelar-se bastante vantajoso por criar um meio de gestão visual, facilitador da comunicação entre os dois departamentos, ao mesmo tempo que permite à zona da embalagem e controlo final ter noção se está a cumprir os pedidos e a horas, sem ter de se deslocar aos lançadores da costura.

### 5.2.2 Reformulação do *Layout*

A eliminação do *rack* de *stock* intermédio existente entre as secções de costura e injeção libertou espaço, materializado num largo corredor livre entre as duas zonas. A nível de fluxo de produção, a controladora final da costura passou a ter um corredor de saída das caixas com apoios costurados mais longo, o que aumenta o tempo médio de execução da transferência manual de cerca de 20s inicial para aproximadamente 35s, consequência do abastecimento passar a ser direto na montagem.

Com a iminência da chegada de novos projetos à fábrica, a necessidade de libertação de espaço no *Gemba* passou a ser uma prioridade. Considerando a operação de transporte das caixas de apoios de uma zona para outra um desperdício necessário, foi criado, pelo *Manufacturing Engineer*, um novo *layout* do espaço que minimizasse o seu impacto através da aproximação da secção da costura à secção da injeção. O novo *Layout* abrange não só a Linha A, como as linhas C e D e a sua implementação liberta espaço na fábrica para operações logísticas, ou para acolher um dos projetos vindouros.

A alteração de *layout*, já aprovada, depende da instalação de novas tomadas elétricas para as máquinas de costura para ser implementada.

Nas ilustrações abaixo, onde são apresentados o novo e o antigo *layout* (este último apresentado na página 18), é possível verificar as alterações ocorridas na UAP. No novo *layout*, é confirmada a eliminação do *rack* de *stock* intermédio, bem como a eliminação de uma célula de costura, local onde foi instalada a zona de retrabalhos.

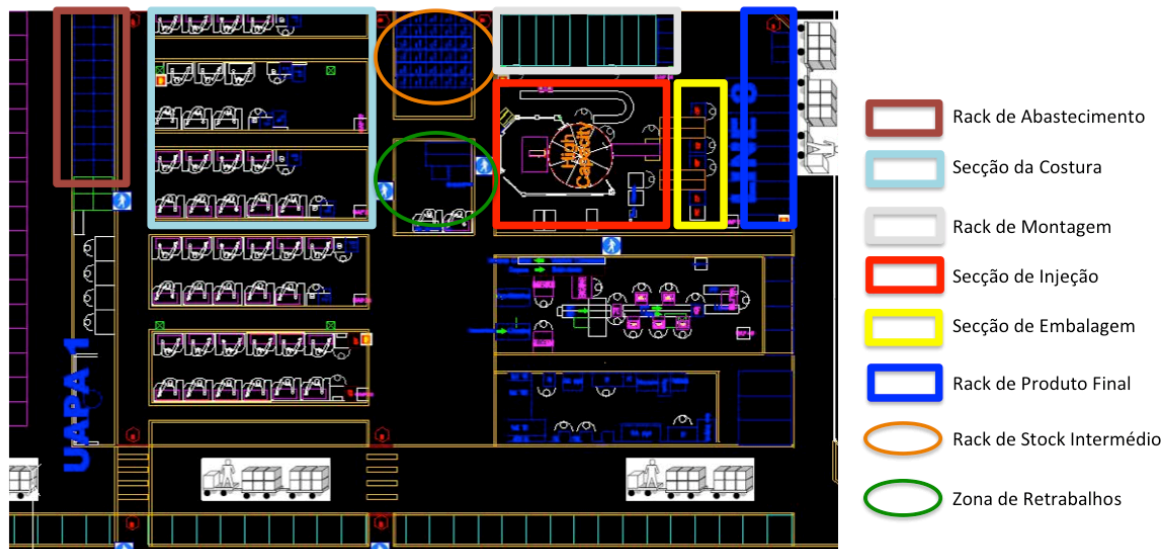


Figura 36 - Antigo *Layout* UAPA



Figura 37 - Novo *Layout* UAPA

### 5.3 Intervenções Urgentes mas Não Importantes

#### 5.3.1 Kanban de Incompletos

O *kanban* de incompletos surge como uma forma de comunicação entre a zona de embalagem e controlo final da fábrica e a produção. Ser *Lean* implica o controlo unitário dos processos. Contudo, para fazer face aos elevados volumes de produção diários da Linha A e às pressões existentes para que o PDP seja cumprido, prevalece na mentalidade dos colaboradores o imperativo da quantidade em prejuízo da qualidade. Alertados para este facto, foram identificadas situações em que a operação de autocontrolo é ignorada e as peças NOK continuam a fluir ao longo da linha, sendo rejeitadas apenas no controlo final. Não alheios à influência, em termos financeiros, dos elevados níveis de *scrap*, há uma luta diária para que este tipo de situações sejam evitadas.

No entanto, e para diminuir atrasos e não falhar nas entregas diárias para TPA, pela existência de caixas incompletas, criou-se um meio de comunicação na forma de *kanban* que permite à zona de embalagem emitir o pedido do número de peças que precisa de uma dada referência, suplantando assim o meio de comunicação oral ou a chamada folha de “merceeiro”, que muitas vezes caía em esquecimento. Este tipo de *kanban*, quando lançado, tem prioridade na ordem do lançador da costura, sendo sempre o próximo *kanban* a entrar na linha. A par do *kanban* de atrasos de *kits*, é o segundo *kanban* emitido pela produção como pedido extra.



Figura 38 - Kanban de Incompletos da Linha A



Figura 39 - Rack de caixas incompletos



### 5.3.2 Criação de um sistema de comunicação entre as secções de costura e injeção:

Com a eliminação do *rack* de *stock* intermédio e a colocação direta dos apoios de cabeça costurados no *rack* de montagem, com menos capacidade para cada tipo de referência, emergiu a necessidade de assegurar a montagem e injeção dos apoios de cabeça segundo a mesma ordem. Por outro lado, a eliminação do *rack* de *stock* intermédio e o abastecimento direto dos apoios de cabeça no *rack* de montagem poderia originar problemas de falta de espaço no mesmo.

Não havendo uma forma da célula de injeção ter conhecimento de quais as referências a sair num determinado período, criou-se um sistema simples, de gestão visual, que permitisse à injeção saber quando o seu *rack* corre riscos de ficar sem capacidade de armazenamento de determinado produto. Através de bandeiras identificadas pelo tipo de projeto, produto e código de cor, colocadas no *rack* de injeção, a operadora do controlo final da costura coloca a bandeira adequada, sempre que um espaço do *rack* de injeção atinge a quarta caixa, alertando o GL da célula de injeção de que não está a dar resposta à saída de determinado produto. O GL é alertado e reagirá reforçando a cadência com mais um molde desse produto, diminuindo o tempo de ciclo para metade.

A divisão do *rack* foi realizada tendo em conta os nove espaços existentes para colocação de apoios. O *rack* apresentava nove espaços livres, pelo que nem todos os produtos tinham um espaço disponível. Nos produtos com uma cadência média/baixa, como é o caso do projeto X7, todas as referências são lançadas na mesma divisão. As bandeiras são colocadas no corredor existente a meio do *rack*. Na figura 40 é apresentada a organização do *rack*. O código de cores utilizado sinaliza a cor de cada bandeira, que vai de encontro ao código de cores usado pela injeção para cada tipo de molde.

Mono		Banquete		B9 Estreito		F67		B9 Largo		Corredor	M3M4		X7		B78 Relax/DVD		B78 Fixo	
Insertos	Funis	Insertos	Funis	Insertos	Funis	Insertos	Funis	Insertos	Funis		Insertos	Funis	Insertos	Funis	Insertos	Funis	Insertos	Funis
Caixas Vazias		Caixas Vazias		Caixas Vazias		Caixas Vazias		Caixas Vazias			Caixas Vazias		Caixas Vazias		Caixas Vazias		Caixas Vazias	

**Figura 40 - Layout do Rack de montagem na Secção de Injeção**



**Figura 41 – Bandeiras de Identificação**

## 5.4 Intervenções Não Urgentes e Não Importantes

### 5.4.1 Cálculo dos Lançadores da costura

A Logística utiliza os lançadores da costura para colocar, segundo a ordem disposta no *Leveling Board*, os *kanbans* de produção. Estes lançadores apresentam uma zona verde e duas zonas vermelhas, todas elas relacionadas com o *Takt Time*. A produção encontra-se em dia com a entrega ao cliente quando o lançador está na zona verde e em atraso quando este ultrapassa a zona verde, havendo pelo menos um *kanban* na zona vermelha do mesmo. Uma outra zona vermelha, antes da zona verde, sinaliza o avanço da produção em relação ao *Takt Time*. No diagnóstico à situação inicial constatou-se que, por falta de capacidade de produção na costura os lançadores estão constantemente cheios e na zona vermelha. Uma vez que a zona verde depende do número de cartas lançadas, dos intervalos de tempo por que são lançadas e do tempo de ciclo das peças produzidas na célula a que o lançador se refere, estes devem ser revistos devido às integrações dos projetos M3M4 e X7 e às sucessivas atualizações do PDP.

Tendo-se constatado que em cada célula os tempos de ciclo tendem a ser semelhantes, este fator foi eliminado da fórmula de cálculo da zona verde do lançador, simplificando o cálculo.

$$\text{Zona verde do lançador} = \frac{\text{Número de cartas lançadas num dia de produção}}{\text{Número de ciclos de quinze minutos num dia de produção}} * 2$$

O tempo de produção em cada turno de trabalho, excluindo o intervalo de almoço e lanche, é de 7.58 horas, e o número de ciclos de quinze minutos num dia de produção é calculado multiplicando este valor por 2 (dois turnos num dia de produção) e depois por 4, correspondente a 4 ciclos de quinze minutos por hora, obtendo-se um resultado de 60 ciclos de produção por dia. O resultado da fórmula acima corresponde ao limite do número de cartas existentes no lançador para que a linha se encontre a cumprir o *Takt Time*.

Depois de calculada a zona verde do lançador, procedeu-se a alterações na estrutura dos lançadores para que as zonas sinalizadas pelas cores relevantes do fluxo produtivo fossem visíveis para as operadoras das células da costura em todos os postos de trabalho, estando agora tais zonas sinalizadas nos lados opostos dos lançadores.

No GAP V, por ser o GAP mais crítico, criou-se um ponto de controlo, por baixo do lançador, que permitisse aos supervisores reagir quando o mesmo se encontraria com cartas na sua zona vermelha, ou seja em situação NOK. Neste ponto de controlo é também colocada diariamente uma cópia do *Leveling Board*, por forma a poder controlar se a ordem de lançamento está correta.

### 5.4.2 Carro de Troca de Moldes

Os moldes utilizados para injetar os apoios de cabeça têm pesos que variam entre 24 a 40 kg. No equipamento de injeção, podem estar oito moldes em simultâneo. Os restantes, alguns deles de substituição, em caso de avaria, ou repetidos para as referências com maior cadência diária, estão dispostos numa estante própria e têm que ser reinstalados na célula sempre que surgem apoios de cabeça diferentes daqueles cujos moldes se encontram em operação. Quando se verifica esta situação, é necessário parar a máquina para efetuar, manualmente, a troca de moldes.

No *Gemba*, chegou-se à conclusão que, para referências com pouca cadência diária e cujo molde é mais pesado, como alguns tipos de apoio de cabeça X7 e B78, os colaboradores tendem a otimizar a seu favor a troca de moldes, acumulando no *rack* de injeção uma quantidade significativa de apoios de cabeça, para que depois sejam injetados de forma seguida, gerando atrasos na linha.

Para fazer face a este problema, construíram-se dois carros de moldes que, cumprindo as instruções de trabalho e segurança, minimizam em muito o esforço físico dos colaboradores. Com um dos carros, o operador carrega o molde a colocar na linha antes de a parar, e, com o outro, retira o molde em circulação assim que a linha é parada. Esta alternativa, embora um pouco mais lenta que a troca manual de moldes, permitiu diminuir o número de postos a preto (de segurança reduzida para os operadores), minimizando riscos de acidentes, aumentando a segurança dos mesmos, e fez com que os atrasos causados por esta variabilidade fossem reduzidos a zero.



**Figura 42 - Carro de troca de Moldes**

Para complementar esta alteração, definiu-se na estante de moldes, um espaço físico para cada molde. Pela colocação de etiquetas de identificação, os moldes deixaram de estar dispostos aleatoriamente. Considerando o facto de a linha ter sempre oito moldes em circulação e não haver espaços físicos na estante para todos os moldes, definiu-se a organização abaixo apresentada, tendo em conta a rotatividade e o peso dos mesmos, sendo a fila do meio (assinalada a vermelho na Figura 43) alocada com os moldes de maior peso.

F67	B9 Mono ou Banquete	X7 Central ou B9 Mono	B9 Mono ou Banquete	X7 Lateral	B9 Mono
X7 Elétrico	B78 Fixo	B9 1/3 ou B78 Fixo	B78 Multimedia	B78 Relax	B78 Relax
X7 Central	M3M4	B9 1/3	M3M4	B9 1/3 ou B9 3/3	X7 Central

**Figura 43 - Organização da estante de moldes**

Os operadores rotinados passam a “mecanizar mentalmente” o lugar a que pertence cada molde, diminuindo o tempo na procura do mesmo, sempre que o querem transpor da célula para a estante ou desta para a célula.

## 6 Conclusões e propostas futuras

### 6.1 Análise de Resultados

O projeto desenvolvido privilegiou a aplicação de metodologias *LEAN*, as quais se revelaram adequadas, na resolução dos problemas alvo, e na definição das soluções implementadas com grande impacto nos resultados que a seguir analisamos.

#### **Linha A:**

A implementação reduziu os atrasos da linha, da mesma forma que reduziu os gastos da fábrica com MODs, através da dispensa e realocação de 4 colaboradores. Consequência disso, o custo unitário por peça foi também reduzido, aumentando a margem de lucro por unidade produzida.

Com a nova organização do *rack* de abastecimento, acredita-se que a linha corre agora um risco menor de paragem por falta de material bastante mais reduzido. Por outro lado, os atrasos provocados por este tipo de variabilidade seguem uma tendência, no curto prazo para zero. Com as alterações feitas à quantidade de matéria prima presente no *rack* de abastecimento, bem como às gamas de embalagem, os atrasos causados por falta de *kits* dependem neste momento exclusivamente da capacidade de reaprovisionamento do corte.

A eliminação de uma célula de costura e integração dos projetos da mesma nas restantes células da linha conduziu a um estudo para novos equilíbrios que, depois de implementados, revelaram uma melhoria de eficiência de cerca de 12%, refletida no DLE, que passou de valores diários na ordem dos 65% para valores de 75% a 80%.

Constatou-se também uma redução dos atrasos de PIKs não produzidos e que ficavam no lançador, refletindo-se no número de MPM diários, que acompanharam a tendência decrescente.

A eliminação do *rack*, do stock intermédio de apoios costurados que existia entre a zona da costura e injeção conduziu a uma diminuição do *WIP* e a um fluxo peça-a-peça (lote) mais controlado facilitando o cumprimento do *Leveling Board*.

O novo *layout* apresentado, que à data da elaboração do presente documento ainda não foi implementado, trará consequências positivas na redução do *cycle time* dos produtos. O espaço libertado poderá ser um trunfo a exhibir à Empresa A Global para que a decisão de concessão de novos projetos contemple esta fábrica.

Todas estas medidas se refletiram numa redução de MPM. Apesar de o objetivo de 50.000 MPM não ter sido atingido, os atuais 100.000 MPM diários não seriam possíveis sem estas alterações.

As ferramentas de controlo e comunicação implementadas irão facilitar de forma significativa a organização do espaço, bem como o fluxo de informação.

A mentalidade dos colaboradores deverá ser trabalhada, as ideias e os valores da melhoria contínua devem ser inculcados, de forma gradual, nos que mais contribuem para o valor do produto e sua entrega no prazo, os operadores, que devem estar permanentemente focalizados neste compromisso. Com o envolvimento, a motivação e o trabalho deles, os objetivos serão alcançados na plenitude.

**Células de costura:**

Com a cravação de couro no GAP S, por uma pessoa externa à célula, conseguiu-se uma redução do tempo de ciclo de 232s para cerca de 150s.

As políticas de rotatividade para combate ao absentismo, aplicadas no GAP V, criaram polivalência em todos os postos para todas as operadoras. É importante que se continue a promover a formação das operadoras em todas as tarefas do processo, para que se possa retirar o máximo da capacidade das operadoras.

A colocação de uma operadora a abastecer as duas células do GAP V permitiu diminuir o tempo que as operadoras se encontravam fora do seu posto, refletindo-se de imediato num aumento do número de capas executadas por hora. Esta alteração assegurou, finalmente, o cumprimento da ordem do lançador.

**Leveling Board:**

Com o lançamento, no quadro *Heijunka*, de cartões PIK correspondentes a uma caixa de matéria prima, conseguiram-se ganhos de tempo no abastecimento da linha, feito agora em lotes de maior dimensão. Para o conseguir, foi necessário retirar flexibilidade à linha. Contudo, a eliminação parcial de um desperdício de movimentação veio justificar esta medida, que consideramos ser de bom senso e não tão *LEAN*, como todas as outras aplicadas com sucesso.

**Alegação final:**

Ao longo de três turnos, o mestrando assumiu a função de supervisor de linha, substituindo os supervisores, que se encontravam em férias. Nesses três dias, o mesmo limitou-se a resolver problemas básicos, tendo aproveitado a oportunidade que lhe fora concedida para se focar no objetivo do seu projeto: 50.000 MPM em atrasos. Para isso, e numa altura em que nem todas as alterações estavam implementadas, o mestrando apenas assegurou o cumprimento da ordem do lançador e dos equilíbrios aplicados, tendo atingido, nesses três turnos, os objetivos desejados ou muito próximos do desejado (cerca de 60.000MPM), provando que as pessoas são fundamentais para se alcançarem os objetivos, necessariamente com vontade de fazer bem e assumindo compromissos e desafios.

Concluimos que os resultados apresentados irão ter impacto positivo, no fundo de maneio da Empresa, pela eliminação de desperdício alcançada e aumento da eficiência da Linha A, com eliminação significativa de custos diretos nos recursos alocados e nas horas extraordinárias. No longo prazo, crê-se que as pessoas se irão adaptar ao novo paradigma, e que os objetivos terão menos obstáculos para ser alcançados.

**6.2 Propostas futuras****Linha A:**

Sugere-se a integração na linha de uma máquina que se encontra atualmente fora da mesma, para a localizar, adequadamente, no fluxo de produção sem constrangimentos de circulação no corredor da fábrica. A máquina é específica para a colocação de inserts num só tipo de produto.

Sugere-se o alargamento da política de polivalência a outros GAP, para minorar a influência do absentismo e para ter mais colaboradores capazes de trabalhar de forma exímia em vários postos.

**Produção:**

As constantes flutuações do PDP sugerem reequilibragens de linha mais frequentes e adaptação do número de pessoas aos diferentes volumes de produção, para minimizar riscos de falhas com clientes.

Tendo-se verificado uma alteração muito positiva, sugere-se a eliminação do *rack* de stock intermédio da injeção nas demais linhas da fábrica.

Por último, e como para todas as mudanças são precisos líderes, sugerem-se formações a Supervisores, *Gap Leaders* e todos os responsáveis de Gestão, no sentido de lhes serem transmitidas noções de comunicação assertiva e melhoria do discurso, promovendo mentalidades isentas de ideias fixas, com preparação para liderarem as mudanças na procura de soluções para melhorar o desempenho do processo, sabendo formar e motivar todos os colaboradores por quem são responsáveis.

## Referências

- Dewi, S. R., B. Setiawan, and W. P. Susatyo Nugroho. 2013. 5S program to reduce change-over time on forming department (case study on CV Piranti Works temanggung), at Bandung.
- Imai, Massaki. 1997. ""Gemba Kaizen: A Commonsense." Low-Cost Approach to Management."
- Jones, D. T. 2006. "Heijunka: leveling production."
- Klonsinski, M. 2008. "Strengthening relationships between suppliers and OEMs." *Plant Engineering* no. 62 (8):25-7.
- Ohno, Taiichi. 1988. "Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production."
- Ortiz, C. 2010. "Kaizen vs. Lean: Distinct but related." *Metal Finishing* no. 108 (1):50-51.
- Osorno, K. 2013. "Lean in." *SMT Surface Mount Technology Magazine* no. 28 (6):50-54.
- Pinto, João Paulo. 2009. *Pensamento Lean*: Lidel.
- Thun, Jorn-Henrik, Martin Druke, and Andre Grubner. 2010. "Empowering Kanban through TPS-principles - An empirical analysis of the Toyota Production System." *International Journal of Production Research* no. 48 (23):7089-7106. doi: 10.1080/00207540903436695.
- Turner, Suzanne. 2003. "Tools for Success - A manager's guide."

## ANEXO A: Pareto de atrasos distribuído e folha de análise

Esta folha foi criada e distribuída no GAP de embalagem para que, sempre que a Gap Leader recebesse um atraso, estudasse a causa e registasse a mesma.

[illegible]



Recolhida diariamente, a folha supramencionada era estudada e analisada, dando origem a uma folha de cálculo (representada parcialmente em baixo), preenchida diariamente com as referências com atraso e causas associadas. Dela resultou a figura 25, presente na página 24:

Número	Legenda
1	Falta kits
2	Absentismo na costura
3	Falta Pik no Lançador
4	Peças NOK
5	Outro
6	Molde não dá vazão/Peças na rack de injeção
7	Peças NOK na injeção
8	Faltam capas
9	Está no lançador/atraso costura
10	Falta Inserto
11	Molde não está na máquina, por vezes por ser low runner n colocam
12	Peças na rack embalagem, Picking lança atraso sem verificar
13	A embalar

Dia Turno	Dia 7													Dia 8												
	1º Turno													2º Turno												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
21d/ Caixa																										
Referências																										
APC B9 VIGO																										
2040																										
2034																										
2041																										
2035																										
2006																										
2047																										
2026A																										
2010																										
2038																										
2036																										
2029A																										
2049																										
2054																										
2053																										
2050																										
2045																										
2021																										
2042																										
2037																										
2039																										
2051																										
2052																										
2048																										
2018																										
2046																										
2043																										
Total Atrasos	8	0	0	0	0	3	0	0	11	0	0	2	4	0	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

[illegible]

## ANEXO B: Folha de registo dos atrasos

Esta folha de cálculo permitiu apurar, diariamente, qual ou quais os projetos com maior responsabilidade nos atrasos da linha. Foi feita para todos os projetos e referências da linha, estando neste anexo representado um exemplo. Para o projeto B9, os atrasos nos primeiros 4 dias de outubro foram:

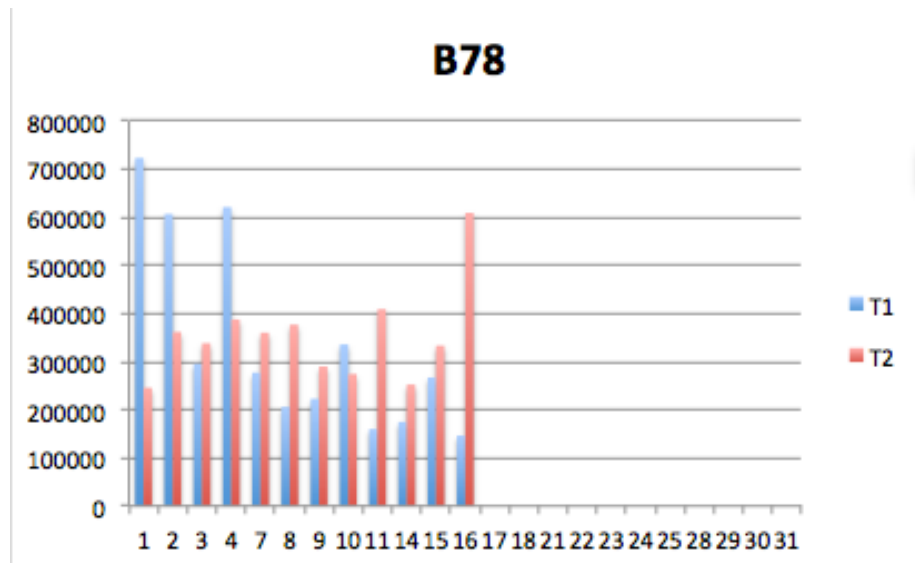
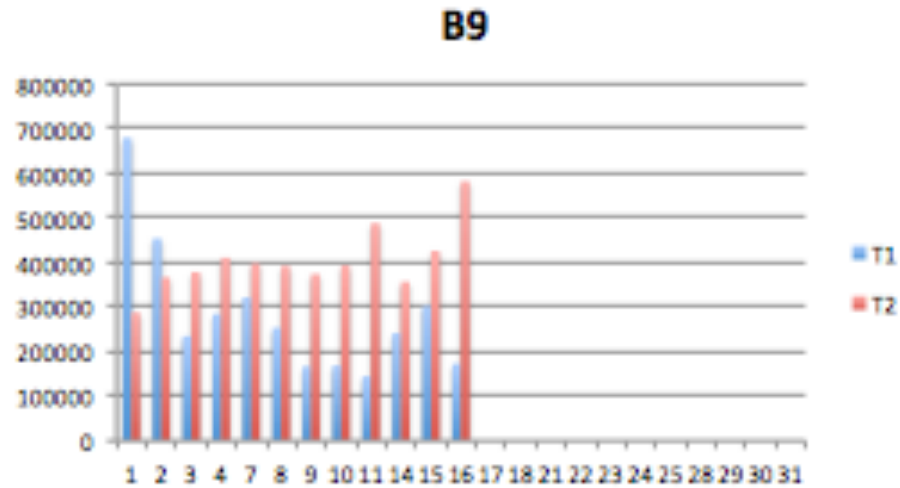
Linha 8		1		2		3		4	
Dia		1º Turno		2º Turno		1º Turno		2º Turno	
Turno		1º Turno		2º Turno		1º Turno		2º Turno	
Qtd/Caixa	Referências								
	APC B9 VIGO								
10	2040	10	2	6	4	8	6	8	4
8	2034	20	0	2	0	0	6	6	4
10	2041	14	4	10	0	0	0	10	4
8	2035	12	2	12	4	4	2		4
8	2006	2	2	2	4	6	8		4
10	2047	2	0	6	4	2	4		
10	2026A	10	4	8	0	0	6		4
8	2010	2	2	0	4	0	0	0	4
8	2038	4	2	0	2	2	4	4	6
8	2036	8	2	4	4	4	2	2	4
10	2029A	6	2	8	6	4	0	0	2
10	2049	6	0	6	2	2	4	2	
10	2054	0	2	0	2	0	0	2	2
8	2053	0	2	0	2	2	0	0	2
10	2050	0	2	0	2	0	2	0	2
10	2045	2	2	2	2	0	0	0	2
10	2021	0	2	0	2	0	2	0	2
10	2042	0	2	0	2	0	2	0	2
8	2037	0	2	2	2	0	2	0	2
8	2039	4	4	2	2	2	4	4	2
10	2051	4	0	4	0	0	0	2	
10	2052	2	2	2	2	0	2	2	2
10	2048	2	2	0	4	2	4	4	4
10	2018	0	0	0	2	0	0	0	
10	2046	0	0	2	0	0	2	0	2
10	2043	0	2	0	2	0	0	0	
Total Kanban Lançados		162	160	172	164	162	164	162	156
Total Atrasos		110	46	78	60	38	62	46	64
MPM		679012,3	287500	453488,4	365853,7	234567,9	378048,8	283950,6	410256,4

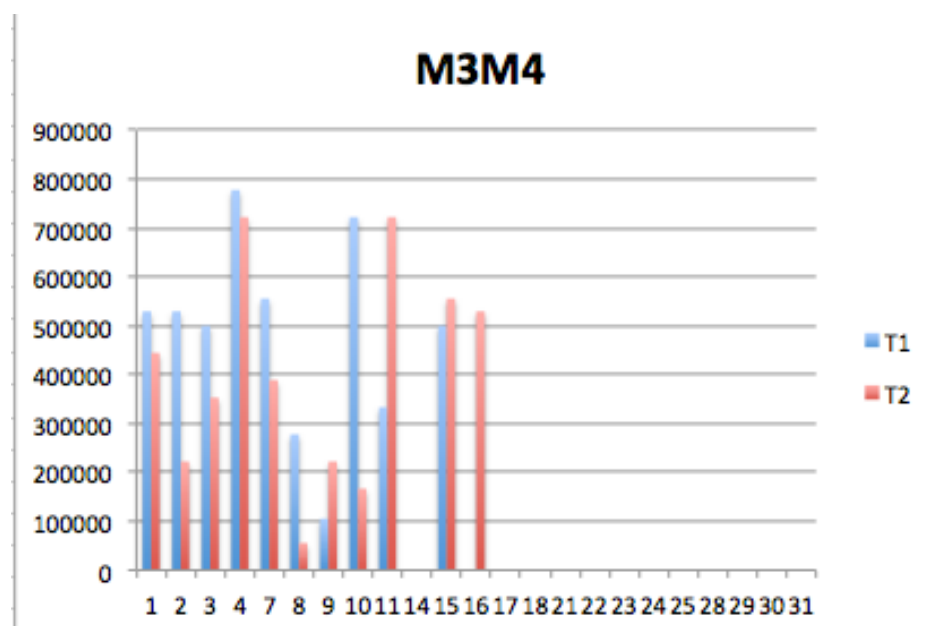
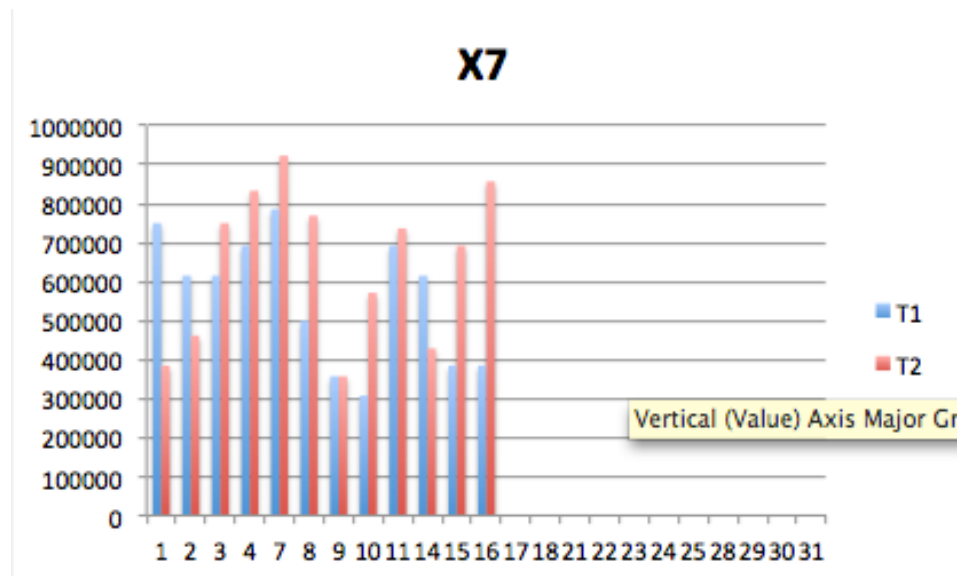
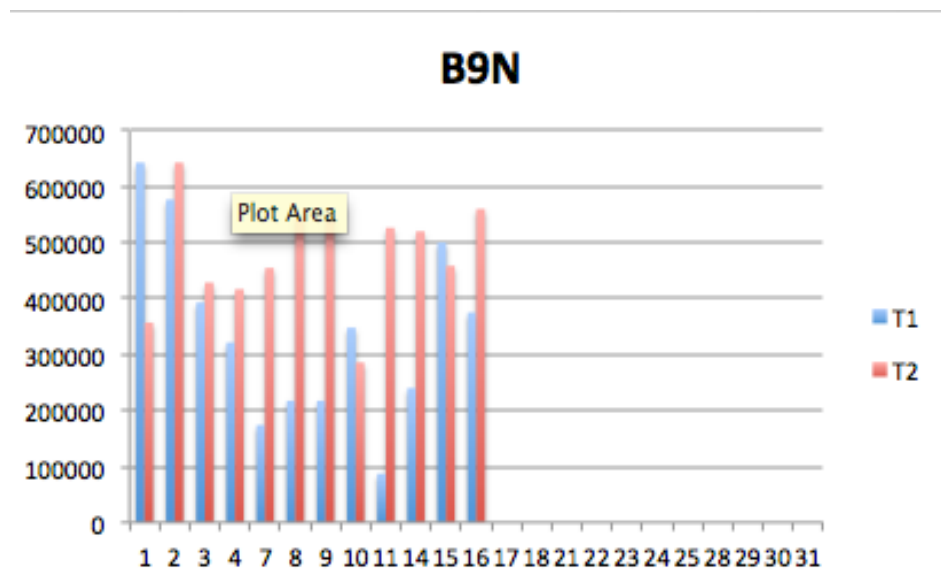
A folha de cálculo, com o registo diário de atrasos de todas as referências da linha, permitia obter os valores em MPM:

Total Total Lançados	401	407	412	412	406	405	409	392
Total Total Atrasos	290	100	250	149	120	137	254	152
Total MPM	723192	245700,2	606796,1	361650,5	295566,5	338271,6	621026,9	387755,1
Total MPM Dia	482673,2673		484223,301		316892,725		506866,417	

Os dados registados permitiram obter os atrasos por turno e referência para os produtos isoladamente, ou como um conjunto de um todo, de onde resultaram as figuras 22, 23 e 24 da página 23.

Os atrasos registados por projeto e turno serviram para apresentar informação sobre os MPM da linha nas reuniões semanais da UAPA:





## ANEXO C: Folha de cálculo do rack de abastecimento

A folha parcialmente apresentada foi utilizada no redimensionamento do *rack* de abastecimento da linha A. Nela, é registado o PDP por referência e a gama de embalagem do *kit* de matéria prima. A folha, com base no *Takt time* da linha, fornece a informação do número recomendável de *kits* em circulação. As referências a laranja correspondem àquelas onde houve necessidade de redimensionar o número de caixas de matéria prima em circulação.

Fábrica				Moldados				ABASTECIMENTO										Linha		DATA: 2013.11.14	
TAKT TIME		8.710	MAX. MOLDES	1																	
OBJECTIVO DIÁRIO		6200	TEMPO ÚTIL	54000																	
COMPONENTE	REFERÊNCIA	Capacid. Moldes na linha	Quant. / Caixa (Racks)	% Necess. / Prod. Anual	Necessidade / dia PEÇAS : CAIXAS	Necessidade / hora PEÇAS : CAIXAS	Tempo consumo / caixa (hora)	Quant. Caixas / rack	Tempo de consumo da RACK (hora)	Ciclo Abastecimento (horas)	Quant. Caixas / rack	Quant. Kanban	Quant. Caixas / rack	Quant. Caixas / rack	3- STOCK PETIT TRAIN	ETENDIDO					
																	INSERIR QUANTIDADE DE CAIXAS PARA CALCULAR O CICLO DE ABASTECIMENTO MÁXIMO.	INSERIR CICLO DE ABASTECIMENTO PARA CALCULAR A QUANTIDADE MÁXIMA DE CAIXAS			
APC FIX MISTRAL M3M4	3010131092	1,03	77	1,03	942	62,80	0,82	1,226		0,000	3,45	4	2,22	3	2	4					
APC FIX MILAZZO MIST B78	30101331058	0,91	40	0,91	890	22,25	59,34	1,48	0,674	0,000	5,45	6	3,23	4	3	6					
APC BQ SPRINT BISE B9	3011222040	1	60	1,00	527	8,78	35,14	1,708	0,000	0,000	2,76	3	1,88	2	1	4					
APC FX SB OMNI REP BISE B9	3010122035	1,53	64	1,53	452	7,06	30,13	2,124	0,000	0,000	2,41	3	1,71	2	1	4					
APC BQ OMNI REPS BISE B9	3011222041	1	60	1,00	439	7,32	29,27	2,050	0,000	0,000	2,46	3	1,73	2	1	4					
APC FX SB SPRINT BISE B9	3010122034	1,53	32	1,53	400	12,51	26,66	0,83	1,199	0,000	3,50	4	2,25	3	2	4					
APC ART RELAX MILAZZO B78	30111331208	0,35	32	0,35	280	8,74	18,65	0,58	1,716	0,000	2,75	3	1,87	2	1	3					
APC TR SB SPRINT NOIRBL B9	3010422047	0,49	60	0,49	236	3,93	15,70	0,26	3,821	0,000	1,79	2	1,39	2	1	2					
APC 1/3 OMNI CROLOLO B9	3010422026A	0,73	40	0,73	297	5,18	13,80	0,35	2,888	0,000	2,04	3	1,52	2	1	2					
APC FX SPRINT NOIRBLEU B9	3010122038	1,53	32	1,53	162	5,07	10,82	0,34	2,959	0,000	2,01	3	1,51	2	1	4					
APC FX OMNI CROLOLO B9	3010122006	1,53	40	1,53	160	3,99	10,64	0,27	3,759	0,000	1,80	2	1,40	2	1						
APC TR SB REPS MISTRAL B9	3010422045	0,49	60	0,49	145	2,42	9,67	0,16	6,206	0,000	1,48	2	1,24	2	1						
APC 1/3 REPS MITRAL MAT B9	3010422050	0,73	60	0,73	126	2,10	8,40	0,14	7,141	0,000	1,42	2	1,21	2	1						
APC FX REPS MISTRAL MAT B9	3010122037	1,53	40	1,53	115	2,88	7,68	0,19	5,207	0,000	1,58	2	1,29	2	1						
APC FX REPS MISTRAL B9	3010122036	1,53	40	1,53	115	2,88	7,68	0,19	5,208	0,000	1,58	2	1,29	2	1						
APC TR SB GAZY BRUMISTR B9	3010422054	0,49	60	0,49	81	1,35	5,40	0,09	11,109	0,000	1,27	2	1,14	2	1						
APC 1/3 REPS MISTRAL B9	3010422049	0,73	60	0,73	81	1,35	5,40	0,09	11,110	0,000	1,27	2	1,14	2	1						
APC LAT OMNI MIST X7	3010221030A	0,22	30	0,22	75	2,49	4,97	0,17	6,031	0,000	1,50	2	1,25	2	1						
APC TR SB OMNI REP BISE B9	3010422046	0,49	60	0,49	71	1,18	4,70	0,08	12,766	0,000	1,24	2	1,12	2	1						
APC FIX LAMA M3M4	3010131094	1,03	56	1,03	59	1,05	3,91	0,07	14,326	0,000	1,21	2	1,10	2	1						
APC FX GAZY BRUMISTR B9	3010122053	1,53	32	1,53	55	1,73	3,68	0,12	8,694	0,000	1,35	2	1,17	2	1						
APC ELE NAPA MIST CR X7	3011121090	0,08	30	0,08	53	1,78	3,56	0,12	8,419	0,000	1,36	2	1,18	2	1						
APC LAT NAPA MIST CR X7	3010221096	0,22	30	0,22	53	1,77	3,53	0,12	8,487	0,000	1,35	2	1,18	2	1						

## ANEXO D: Ficheiro usado na equilibragem das linhas de costura

Neste anexo, é apresentado um exemplo do ficheiro que foi usado para calcular o melhor equilíbrio para cada célula da zona da costura.

Na folha de cálculo, foram inseridos os produtos produzidos por célula, com o volume correspondente, e feita a distribuição dos processos por posto para N-1, N e N+1 operadores, tentando encontrar a distribuição que permitisse um menor *cycle time* e maior número de peças produzidas, tentando sempre cumprir os pressupostos *one-piece-flow*.

				Nº OP. (Real Time) : 2,6 Op. Nº OP. (Workcontent) : 2,4 Op. REAL TIME : 70 s VOLUME TOTAL (PDP) : 992 Pç. TAKT TIME : 28 s							
OPEN TIME turno: 27324s Scrap: 1%											
1				Product / reference:  M3M4				Real time:  82			
MOD N 3 N-1 2 N+1 4				CAPACITY: 120 p TC: VOLUME: 102 p 27s OPEN TIME: 3286 s 44s Work Content: 79 s 21s TAKT TIME: 32,4 s 12%							
OPERATION:				Minimo							
N	N-1	N+1	IT								
6	3	6	A	Canela				1			
2	3	2	10	1º lado PF				7			
2	3	2	20	2º lado PF				7			
3	1	3	30	Barra ao PF				24			
2	1	2	40	Fedtar				18			
3	2	3	50	Controlar Interior				4			
3	2	3	60	Virar e vincar				9			
3	2	3	70	Controlar exterior				4			
3	2	3	80	Embalar pega				2			
3	2	3		Levar caixa à rack + Trazer caixa vazia				2			

G10											
</											

Depois de inseridos os melhores tempos de cada turno, era feita a distribuição dos processos com o intuito de atingir uma eficiência de cerca de 100% para N operadores em todos os postos da célula:



Conseguido equilíbrio desejado para N operadores, era depois calculado um equilíbrio para situações em que se verificasse absentismo (N-1) ou fosse necessário reforçar a linha (N+1):

				N° OP. (Real Time) : 2,6 Op.		M T C R e a i s	N-1						
OPEN TIME				N° OP. (Workcontent) : 2,4 Op.									
turno: 27324s				REAL TIME : 70 s									
Scrap: 1%				VOLUME TOTAL (PDP) : 992 Pç.									
				TAKT TIME : 28 s									
1		Product / reference:				Real time:							
		M3M4				82							
MOD		CAPACITY: 120 p				TC:							
3		VOLUME: 102 p				27s							
N-1 2		OPEN TIME: 3286 s				40s							
N+1 4		Work Content: 79 s				21s							
		TAKT TIME: 32,4 s				12%							

## ANEXO E: Guião de Produção do GAP V

Depois de calculados, os equilíbrios, foi construído um guião de produção, por forma a facilitar a interiorização do novo equilíbrio, por parte das operadoras. Este guião foi distribuído por posto. No exemplo apresentado, observa-se o guião de produção com as equilibragens da célula de B9 Cinza para N operadores. O mapa de abastecimento por posto foi também entregue à operadora encarregue de abastecer a linha, por forma a que esta fizesse a distribuição correta dos componentes.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

[illegible]

Abastecimento Cinza N	Posto		
Mono com banda	1	2	3
Portefeuille		10	6
Banda	16		
Tampo	16		
Traseiro com banda			
Portefeuille			20
Abas	20		
Tampo Frontal Banda	20		
Unir conjunto lat + tampo tras banda		20	
M3M4			
Portefeuille	2	8	4
Barra	14		
Banquete			
Portefeuille	10	8	2
Banda	20		
Mono sem banda			
Portefeuille	10	6	
Tampo	16		
Traseiro sem banda			
Abas	17	3	
Tampo frente	20		
Portefeuille		12	8
N+1			
Abastecimento Cinza	Posto		
Mono com banda	1	2	3
Portefeuille	11	5	
Banda	16		
Tampo		16	
Traseiro com banda			
Portefeuille	20		
Abas	20		
Tampo Frontal Banda		12	8
Unir conjunto lat + tampo tras banda		20	
M3M4			
Portefeuille	14		
Barra	3	11	
Banquete			
Portefeuille	20		
Banda		20	
Mono sem banda			
Portefeuille	16		
Tampo	4	12	
Traseiro sem banda			
Abas	20		
Tampo frente	8	12	
Portefeuille		20	

## ANEXO F: Matriz de Pensamento Lógico

A matriz de Pensamento Lógico orienta os colaboradores envolvidos na resolução do problema. Ao longo das várias fases de estudo (D1, D2, D3, etc.), levanta questões que permitem isolar causas e ações corretivas para qualquer inconformidade detetada.

Matriz de avaliação do pensamento lógico							
80 REF	Questão nr.	Ponto a verificar	Logical Thinking evaluation criteria	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Ajudas
				Mau	Esperado	Bom (melhor do que esperado)	
D1 D2 D3	1 (D1)	5W & 2H O quê? Porquê? Quando? Quem? Onde? Como foi detectado? Quanto?	Qual é o problema? Porque é um problema? Quando o problema foi detectado? Quem detectou o problema? Onde o problema foi detectado? Como foi detectado? Quanto(as) foram detectados(as)?	0 Pontos	1 Ponto	2 Pontos	Procurar pela definição clara da diferença entre peças boas e más. O piloto deve usar peças boas e más para explicar o problema.
	2 (D1 Cont)	É / NÃO É Análise comparativa	O âmbito do problema foi clarificado? O âmbito do problema foi reduzido?	0 Pontos	1 Ponto	2 Pontos	O problema foi claramente explicado? i.e. nada de afirmações genéricas
	3 (D2/D3)	Risco em Produtos similares 1) Os produtos similares potencialmente em risco foram identificados 2) Dados das triagens e ações de contenção	1) Forma implementadas ações de proteção do cliente em produtos similares? 2) Os dados reais estão disponíveis (registos)? i.e. quantidade de defeitos / quantidade controlada; para as peças Nok: data de produção / hora / GAP / Máquina / Molde etc.	0 Pontos	1 Ponto	2 Pontos	1) As referências e locais de armazenagem estão reportados? 2) Procurar pela totalidade de dados das triagens usados para ajudar a definir o problema. É parte do É / Não É.
D4 TO D7	4 (D4)	Comparação de factores Não detecção	Factores associados à não detecção: Os factores validados são lógicos? Qual é a evidência para suportar a validação dos factores?	0 Pontos	1 Ponto	2 Pontos	Procurar a evidência ligada à diferença entre peças boas e más. Há evidência de que os factores foram "testados" como parte da confirmação?
	5 (D5)	Comparação de factores Criação	Factores associados à criação: A validação dos factores é lógica? Qual é a evidência para suportar a validação dos factores?	0 Pontos	1 Ponto	2 Pontos	Procurar a evidência ligada à diferença entre peças boas e más. Há evidência de que os factores foram "testados" como parte da confirmação? A análise mostra o número actual de peças rejeitadas e porque ocorreu naquele momento?
	6 (5 Whys D4 & D5)	5 Porquês Todos os factores validados são avaliados com os 5 Porquês.	Cada factor validado deverá ser analisado pelos 5 Porquês. Cada passo dos 5 Porquês deverá ser apresentado com uma evidência lógica.	0 Pontos	1 Ponto	2 Pontos	Os 5 Porquês devem levar a situação de gestão. i.e. porque não foi considerado no FMEA
	7 (D6)	Ações correctivas Foram identificadas ações correctivas O problema pode ser reproduzido	O estado das ações correctivas é claro?: -Completo/ implementado -Implementado & verificado Ajustando os parâmetros do processo, o problema pode ser reproduzido.	0 Pontos	1 Ponto	2 Pontos	As ações correctivas devem envolver ou modificações produto ou processo. Formação dos operadores não é suficiente.
	8 (D7)	Eficácia das ações correctivas Ações correctivas confirmadas por indicadores	O tracking chart deve confirmar a eficácia das ações correctivas. Sem defeitos em cliente externo e/ou interno. Sem recorrência em QRCI Linha	-2 Pontos	1 Ponto	2 Pontos	Foi demonstrado que o problema foi reproduzido. Se o problema voltou a acontecer então, -2 points.
D8	9 (D8)	O que foi aprendido Qual foi o factor importante aprendido como resultado da análise	Foi identificado um ponto claro de aprendizagem. Foi usado para melhorar novos produtos.	-2 Pontos	1 Ponto	2 Pontos	Foi criada uma norma ou standard ? O FMEA foi revisto ?
	10	O que foi partilhado Quantas fábricas receberam a LLS	Que evidência foi apresentada para suportar a distribuição da LLS?	-2 Pontos	1 Ponto	2 Pontos	Quantas fábricas receberam a LLS ?
Over all	11	Dados e evidências Durante a apresentação foram mostrados dados e evidências	As conclusões foram baseadas em factos e dados obtidos através de análise prática.	-2 Pontos	1 Ponto	2 Pontos	Procurar dados numéricos, SPC, simulações, etc.
	12 (D3)	Prazos Os prazos foram respeitados	D3 = 24 horas D6 = 10 dias D8 = 60 dias	-2 Pontos	1 Ponto	2 Pontos	Contenção nas 24 horas é chave para o cliente. Se não cumprido, então, -2 points.
Total de Pontos				Total	Total	Total	Total de Pontos

## ANEXO G: Quick Response Continuous Improvement (QRCI)

Através da matriz de Pensamento Lógico, preenche-se o ficheiro abaixo apresentado, seguindo as etapas acima referidas.

QRCI LINHA										Nr.:	
										<input type="checkbox"/> HSE <input type="checkbox"/> PDP <input type="checkbox"/> OUTRO <input type="checkbox"/> QUALIDADE <input type="checkbox"/> SUCATA	
1		3		5		6		7		8	
Data & Equipa		Contingência		Responsável		Prazo		Validação		Segmento - 5 dias por Equipa -	
Equipa : Data :		Verificação de stocks a em curso de produção ( "na" se não aplicável) Muro qualidade Área inspeção final Shop stock Em linha Outras acções de contingência:		Amazon PA TPM Camião Amazon MP Outro:		GAP Lider Imediato				Eq. 1 Eq. 2 Eq. 3 (quantidade NOX)	
2		4		6		7		8		9	
Descrição do Problema (produto / Situação (HSE)) :		Causas		Acções correctivas		Responsável		Prazo		Verificação	
HSE: <input type="checkbox"/> Quase acidente; <input type="checkbox"/> PRQ; <input type="checkbox"/> Ambiente Qual é o Problema ?		Porque não foi detectado o problema ? Verificação dos - Standard - O = Ok - X = Nok - NA = não aplicável		Acção correctiva para a não detecção						Verificação pelo Supervisor (nome e data)	
Quem detectou o Problema ?		<input type="checkbox"/> SW <input type="checkbox"/> Autocontrolo <input type="checkbox"/> Polivalência <input type="checkbox"/> Ok arranque <input type="checkbox"/> 1º Peça Ok								Verificação pelo Resp. UAP / HSE (nome e data)	
Onde foi detectado o Problema ?										Escalar para QRCI UAP ? (obrigatório se problema SR) <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N	
Como foi detectado o Problema ?											
Quem criou o Problema ?		<input type="checkbox"/> Peça Yoke <input type="checkbox"/> Inspeção final <input type="checkbox"/> Plano de Controlo <input type="checkbox"/> Inst. de segurança		Acção correctiva para a criação						Actualização dos standards (Escalar "X" para em ou não) Instrução de Trabalho (SW) Instrução de segurança Instrução de controlo final Plano de manutenção Plano de controlo FMEA / Análise de risco Outro:	
Onde foi criado o Problema ?										R UAP / HSE: (nome e data)	
Quantas peças ?											
Outras referências / situação em risco (HSE) :		Regularizar sempre: 1 / O Standard existe ? Se sim, 2 / Está Ok ? Se não, 3 / Em 4 / Não resolvido ? Se não, corrigir situação.									